

PCT

特許協力条約に基づいて公開された国際出願

<p>(51) 国際特許分類6 <b>B22D 1/00, 17/30, C22C 1/02</b></p>	<p><b>A1</b></p>	<p>(11) 国際公開番号 <b>WO99/36209</b></p> <p>(43) 国際公開日 1999年7月22日(22.07.99)</p>																	
<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 50%; vertical-align: top; padding: 5px;"> <p>(21) 国際出願番号 PCT/JP99/00163</p> <p>(22) 国際出願日 1999年1月19日(19.01.99)</p> <p>(30) 優先権データ</p> <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 30%;">特願平10/8847</td> <td style="width: 30%;">1998年1月20日(20.01.98)</td> <td style="width: 10%;">JP</td> </tr> <tr> <td>特願平10/8849</td> <td>1998年1月20日(20.01.98)</td> <td>JP</td> </tr> <tr> <td>特願平10/8857</td> <td>1998年1月20日(20.01.98)</td> <td>JP</td> </tr> <tr> <td>特願平10/8864</td> <td>1998年1月20日(20.01.98)</td> <td>JP</td> </tr> <tr> <td>特願平10/8872</td> <td>1998年1月20日(20.01.98)</td> <td>JP</td> </tr> </table> <p>(71) 出願人 (米国を除くすべての指定国について) 本田技研工業株式会社 (HONDA GIKEN KOGYO KABUSHIKI KAISHA)[JP/JP] 〒107-8556 東京都港区南青山二丁目1番1号 Tokyo, (JP)</p> <p>(72) 発明者; および</p> <p>(75) 発明者/出願人 (米国についてののみ)</p> <p>坂本一也(SAKAMOTO, Kazuya)[JP/JP] 浜添宣正(HAMAZOE, Nobumasa)[JP/JP] 大和田賢治(OHWADA, Kenji)[JP/JP] 鈴木 篤(SUZUKI, Atsushi)[JP/JP] 〒350-1381 埼玉県狭山市新狭山1-10-1 ホンダエンジニアリング株式会社内 Saitama, (JP)</p> </td> <td style="width: 50%; vertical-align: top; padding: 5px;"> <p>(74) 代理人 弁理士 千葉剛宏, 外(CHIBA, Yoshihiro et al.) 〒151-0053 東京都渋谷区代々木2丁目1番1号 新宿マインズタワー16階 Tokyo, (JP)</p> <p>(81) 指定国 US, 欧州特許 (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).</p> <p>添付公開書類 国際調査報告書</p> </td> </tr> </table>			<p>(21) 国際出願番号 PCT/JP99/00163</p> <p>(22) 国際出願日 1999年1月19日(19.01.99)</p> <p>(30) 優先権データ</p> <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 30%;">特願平10/8847</td> <td style="width: 30%;">1998年1月20日(20.01.98)</td> <td style="width: 10%;">JP</td> </tr> <tr> <td>特願平10/8849</td> <td>1998年1月20日(20.01.98)</td> <td>JP</td> </tr> <tr> <td>特願平10/8857</td> <td>1998年1月20日(20.01.98)</td> <td>JP</td> </tr> <tr> <td>特願平10/8864</td> <td>1998年1月20日(20.01.98)</td> <td>JP</td> </tr> <tr> <td>特願平10/8872</td> <td>1998年1月20日(20.01.98)</td> <td>JP</td> </tr> </table> <p>(71) 出願人 (米国を除くすべての指定国について) 本田技研工業株式会社 (HONDA GIKEN KOGYO KABUSHIKI KAISHA)[JP/JP] 〒107-8556 東京都港区南青山二丁目1番1号 Tokyo, (JP)</p> <p>(72) 発明者; および</p> <p>(75) 発明者/出願人 (米国についてののみ)</p> <p>坂本一也(SAKAMOTO, Kazuya)[JP/JP] 浜添宣正(HAMAZOE, Nobumasa)[JP/JP] 大和田賢治(OHWADA, Kenji)[JP/JP] 鈴木 篤(SUZUKI, Atsushi)[JP/JP] 〒350-1381 埼玉県狭山市新狭山1-10-1 ホンダエンジニアリング株式会社内 Saitama, (JP)</p>	特願平10/8847	1998年1月20日(20.01.98)	JP	特願平10/8849	1998年1月20日(20.01.98)	JP	特願平10/8857	1998年1月20日(20.01.98)	JP	特願平10/8864	1998年1月20日(20.01.98)	JP	特願平10/8872	1998年1月20日(20.01.98)	JP	<p>(74) 代理人 弁理士 千葉剛宏, 外(CHIBA, Yoshihiro et al.) 〒151-0053 東京都渋谷区代々木2丁目1番1号 新宿マインズタワー16階 Tokyo, (JP)</p> <p>(81) 指定国 US, 欧州特許 (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).</p> <p>添付公開書類 国際調査報告書</p>
<p>(21) 国際出願番号 PCT/JP99/00163</p> <p>(22) 国際出願日 1999年1月19日(19.01.99)</p> <p>(30) 優先権データ</p> <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 30%;">特願平10/8847</td> <td style="width: 30%;">1998年1月20日(20.01.98)</td> <td style="width: 10%;">JP</td> </tr> <tr> <td>特願平10/8849</td> <td>1998年1月20日(20.01.98)</td> <td>JP</td> </tr> <tr> <td>特願平10/8857</td> <td>1998年1月20日(20.01.98)</td> <td>JP</td> </tr> <tr> <td>特願平10/8864</td> <td>1998年1月20日(20.01.98)</td> <td>JP</td> </tr> <tr> <td>特願平10/8872</td> <td>1998年1月20日(20.01.98)</td> <td>JP</td> </tr> </table> <p>(71) 出願人 (米国を除くすべての指定国について) 本田技研工業株式会社 (HONDA GIKEN KOGYO KABUSHIKI KAISHA)[JP/JP] 〒107-8556 東京都港区南青山二丁目1番1号 Tokyo, (JP)</p> <p>(72) 発明者; および</p> <p>(75) 発明者/出願人 (米国についてののみ)</p> <p>坂本一也(SAKAMOTO, Kazuya)[JP/JP] 浜添宣正(HAMAZOE, Nobumasa)[JP/JP] 大和田賢治(OHWADA, Kenji)[JP/JP] 鈴木 篤(SUZUKI, Atsushi)[JP/JP] 〒350-1381 埼玉県狭山市新狭山1-10-1 ホンダエンジニアリング株式会社内 Saitama, (JP)</p>	特願平10/8847	1998年1月20日(20.01.98)	JP	特願平10/8849	1998年1月20日(20.01.98)	JP	特願平10/8857	1998年1月20日(20.01.98)	JP	特願平10/8864	1998年1月20日(20.01.98)	JP	特願平10/8872	1998年1月20日(20.01.98)	JP	<p>(74) 代理人 弁理士 千葉剛宏, 外(CHIBA, Yoshihiro et al.) 〒151-0053 東京都渋谷区代々木2丁目1番1号 新宿マインズタワー16階 Tokyo, (JP)</p> <p>(81) 指定国 US, 欧州特許 (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).</p> <p>添付公開書類 国際調査報告書</p>			
特願平10/8847	1998年1月20日(20.01.98)	JP																	
特願平10/8849	1998年1月20日(20.01.98)	JP																	
特願平10/8857	1998年1月20日(20.01.98)	JP																	
特願平10/8864	1998年1月20日(20.01.98)	JP																	
特願平10/8872	1998年1月20日(20.01.98)	JP																	
<p>(54)Title: <b>METHOD AND APPARATUS FOR MANUFACTURING SEMI-SOLIDIFIED METAL</b></p> <p>(54)発明の名称 半凝固金属の製造方法および装置</p> <p>(57) Abstract</p> <p>A method of and an apparatus for manufacturing a semi-solidified metal, wherein a predetermined quantity of a molten metal (12) is supplied to a heat insulating crucible (18) and then a metal (46) cooled to a predetermined temperature not higher than a temperature of this molten metal (12), being immersed in the same molten metal (12) and rotated, so that the molten metal (12) is stirred as it is cooled with no directivity, to cause a generally homogeneous, effectively slurried semi-solidified metal (20) to be obtained, the semi-solidified metal (20) being taken out from the heat insulating crucible (18), supplied to a molding machine (22) and subjected to a molding process, whereby a desired slurry can be manufactured efficiently and economically.</p>																			

(57)要約

所定量の溶湯 1 2 が断熱性るつぼ 1 8 に供給された後、この溶湯 1 2 の温度以下の所定温度に冷却された冷し金 4 6 が、前記溶湯 1 2 内に浸漬されるとともに回転する。このため、溶湯 1 2 は、冷却されながら攪拌されて冷却に指向性を有することがなく、全体的に均一かつ有効にスラリー化した半凝固金属 2 0 が得られる。この半凝固金属 2 0 は、断熱性るつぼ 1 8 から離脱され、成形機 2 2 に供給されて成形処理が施される。これにより、所望のスラリーを効率的かつ経済的に製造することが可能になる。

PCTに基づいて公開される国際出願のパンフレット第一頁に掲載されたPCT加盟国を同定するために使用されるコード(参考情報)

AE	アラブ首長国連邦	ES	スペイン	LI	リヒテンシュタイン	SG	シンガポール
AL	アルバニア	FI	フィンランド	LK	スリ・ランカ	SI	スロヴェニア
AM	アルメニア	FR	フランス	LR	リベリア	SK	スロヴァキア
AT	オーストリア	GA	ガボン	LS	レソト	SL	シエラ・レオネ
AU	オーストラリア	GB	英国	LT	リトアニア	SN	セネガル
AZ	アゼルバイジャン	GD	グレナダ	LU	ルクセンブルグ	SZ	スワジランド
BA	ボスニア・ヘルツェゴビナ	GE	グルジア	LV	ラトヴィア	TD	チャード
BB	バルバドス	GH	ガーナ	MC	モナコ	TG	トーゴ
BE	ベルギー	GM	ガンビア	MD	モルドヴァ	TJ	タジキスタン
BF	ブルキナ・ファソ	GN	ギニア	MG	マダガスカル	TM	トルクメニスタン
BG	ブルガリア	CW	ギニア・ビサオ	MK	マケドニア旧ユーゴスラヴィア	TR	トルコ
BJ	ベナン	GR	ギリシャ		共和国	TT	トリニダード・トバゴ
BR	ブラジル	HR	クロアチア	ML	マリ	UA	ウクライナ
BY	ベラルーシ	HU	ハンガリー	MN	モンゴル	UG	ウガンダ
CA	カナダ	ID	インドネシア	MR	モーリタニア	US	米国
CF	中央アフリカ	IE	アイルランド	MW	マラウイ	UZ	ウズベキスタン
CG	コンゴ	IL	イスラエル	MX	メキシコ	VN	ヴェトナム
CH	スイス	IN	インド	NE	ニジェール	YU	ユーゴスラビア
CI	コートジボワール	IS	アイスランド	NL	オランダ	ZA	南アフリカ共和国
CM	カメルーン	IT	イタリア	NO	ノルウェー	ZW	ジンバブエ
CN	中国	JP	日本	NZ	ニュージーランド		
CU	キューバ	KE	ケニア	PL	ポーランド		
CY	キプロス	KG	キルギスタン	PT	ポルトガル		
CZ	チェッコ	KP	北朝鮮	RO	ルーマニア		
DE	ドイツ	KR	韓国	RU	ロシア		
DK	デンマーク	KZ	カザフスタン	SD	スーダン		
EE	エストニア	LC	セントルシア	SE	スウェーデン		

## 明 細 書

## 半凝固金属の製造方法および装置

## 技術分野

本発明は、熔融金属から所定のスラリーを得るための半凝固金属の製造方法および装置に関する。

## 背景技術

一般的に、アルミニウムやマグネシウム、またはそれぞれの合金等の熔融金属を使用し、成形用に1ショット分の半凝固金属、すなわち、スラリーを製造する作業が行われている。スラリーを使用した成形作業では、特に成形品の表面精度に優れる等の利点があることが知られている。この種のスラリーを製造するために、例えば、チクソキャスト法およびレオキャスト法が広く採用されている。

しかしながら、上記のチクソキャスト法では、専用のピレットおよび再加熱装置が必要となっている。このため、材料コストおよび設備コストが相当に高騰するとともに、製造作業全体が煩雑であるという問題が指摘されている。

一方、上記のレオキャスト法は、連続バッチ方式により大量製造を行うものであり、その冷却は、水冷された冷却部に溶湯を接触させながら排出することにより行われている。このため、スラリーの温度が冷却の始めと終わりとは異なってしまう、前記スラリーの温度管理が精密に遂行されないという問題がある。

また、成形機内で冷却、加熱および攪拌によりスラリーを製造する方法も知られているが、サイクルタイムが長くなるとともに、特にショット重量が増大するという不具合が生じている。

さらにまた、製造されたスラリーを成形機内に供給する際には、通常、このスラリーを収容する容器を鉛直方向に反転させている。ところが、容器内のスラリーの温度、この容器の形状、または前記スラリーの重量等に起因して該容器内のスラリー全量を排出することが困難となっている。これにより、容器内にスラリーの残留物が発生してしまい、前記スラリーの供給重量にばらつきが生ずるとと

もに、前記容器内で新たに製造されるスラリーに悪影響を及ぼすという問題が指摘されている。

また、異なった部品を成形する場合には、それに伴ってショット重量が変化する。従って、スラリーの温度管理を正確に行うことができず、しかもショット重量が増加する際にスラリーの製造作業に時間がかかってしまい、種々の異なる部品の成形作業を効率的かつ高品質に行うことが困難であるという問題が指摘されている。

本発明は、所望のスラリーを効率的かつ経済的に製造することが可能な半凝固金属の製造方法および装置を提供することを目的とする。

また、本発明は、所望のスラリーを経済的に製造するとともに、前記スラリーを容易かつ確実に排出することが可能な半凝固金属の製造装置を提供することを目的とする。

さらにまた、本発明は、種々の重量の異なるスラリーを経済的かつ高品質に製造するとともに、構成を簡素化することが可能な半凝固金属の製造装置を提供することを目的とする。

## 発明の開示

本発明では、所定量の熔融金属が断熱性るつぼに供給された後、前記るつぼ内の前記熔融金属が、該熔融金属の温度以下の所定温度に冷却された冷却部材を介して冷却されるとともに、該熔融金属が攪拌される。このため、断熱性るつぼ内では、熔融金属が冷却の指向性を有することなく全体的に均一かつ確実にスラリー化し、再加熱を不要にして所望の半凝固金属を効率的に得ることができる。

また、本発明では、所定量の熔融金属が断熱性るつぼに供給された後、前記るつぼ内の前記熔融金属が、該熔融金属の温度以下の所定温度に冷却された冷却部材を介して冷却されるとともに、前記冷却部材を回転させながら該冷却部材を水平方向および／または上下方向に移動させることにより、該熔融金属が攪拌される。例えば、冷却部材が水平方向や上下方向に往復復動し、または水平方向に渦巻き状に移動する。

このため、特に種々の形状の異なる断熱性るつぼが使用される際にも、この断

熱性るつぼの形状に沿って冷却部材を移動させることにより、冷却の指向性を可及的に阻止して熔融金属を有効に攪拌することができる。これにより、熔融金属が全体的に均一かつ確実にスラリー化し、所望の半凝固金属を効率的かつ高品質に得ることが可能になる。

さらに、本発明では、所定量の熔融金属が断熱性るつぼに供給された後、前記断熱性るつぼ内の前記熔融金属が、複数の冷却部材を介して冷却および攪拌されることにより、半凝固金属が製造される。このため、ショット重量が増加しても冷却の指向性を可及的に阻止して、全体的に均一かつ確実にスラリー化した所望の半凝固金属を迅速かつ円滑に得ることができる。

しかも、冷却部材が任意の数だけ互いに積層された状態で、駆動機構に対し固定手段を介して一体的に保持される。従って、ショット重量の変化に応じて冷却部材の積層数を変更するだけでよく、簡単な構成で、所望の半凝固金属を効率的かつ高品質に製造することが可能になる。なお、固定手段が、積層された複数の冷却部材に一体的に挿通される軸部材とこの軸部材の端部に螺合する固定具とを備えており、構成の簡素化が有効に図られる。

さらにまた、本発明では、断熱性るつぼ内に熔融金属が供給された後、この熔融金属中に冷却部材が浸漬されるとともに、前記冷却部材の内部に所定温度の冷却媒体が供給された状態で、前記熔融金属が攪拌される。このため、冷却の指向性を可及的に阻止するとともに、熔融金属を迅速かつ確実にスラリー化することができる。しかも、冷却媒体の温度管理を行うことにより、半凝固金属を再加熱する必要がなく、所望の半凝固金属を効率的に得ることが可能になる。

また、本発明では、所定量の熔融金属が分割型の断熱性るつぼに供給された後、前記断熱性るつぼ内の前記熔融金属が、冷却部材を介して冷却および攪拌されて半凝固金属が製造される。次いで、断熱性るつぼが開閉機構を介して開閉駆動されることにより、この断熱性るつぼ内の半凝固金属がその自重で落下して該断熱性るつぼ内から排出される。

このため、冷却の指向性を可及的に阻止して全体的に均一かつ確実にスラリー化した所望の半凝固金属を得ることができるとともに、前記半凝固金属を断熱性るつぼから円滑かつ確実に排出することが可能になる。

## 図面の簡単な説明

図 1 は、本発明の第 1 の実施形態に係る半凝固金属の製造方法を実施するための製造装置の概略斜視説明図である。

図 2 は、前記製造装置の平面説明図である。

図 3 は、前記製造装置を構成する溶湯汲み出しロボットの動作説明図である。

図 4 は、前記製造装置を構成する攪拌機の説明図である。

図 5 A～図 5 E は、前記攪拌機を構成する冷し金処理するための冷し金処理装置の説明図である。

図 6 は、前記製造装置による量産システムのタイムテーブルである。

図 7 は、前記製造装置の動作時におけるつぼ内における各部位の温度変化を説明する図である。

図 8 は、前記製造装置の動作を示す斜視説明図である。

図 9 は、前記製造装置の動作を示す斜視説明図である。

図 10 は、本発明の第 2 の実施形態に係る半凝固金属の製造方法を実施するための製造装置の概略斜視説明図である。

図 11 A～図 11 F は、前記製造装置の動作を示す工程図である。

図 12 は、本発明の第 3 の実施形態に係る半凝固金属の製造方法を実施するための製造装置の概略斜視説明図である。

図 13 A～図 13 G は、前記製造装置の動作を示す工程図である。

図 14 は、円筒形状の冷し金の説明図である。

図 15 は、有底円筒形状の冷し金の説明図である。

図 16 は、本発明の第 4 の実施形態に係る半凝固金属の製造方法を実施するための製造装置の概略斜視説明図である。

図 17 は、前記製造装置を構成する攪拌機の説明図である。

図 18 は、前記攪拌機の概略斜視説明図である。

図 19 は、本発明の第 5 の実施形態に係る半凝固金属の製造方法を実施するための製造装置を構成する攪拌機の概略斜視説明図である。

図 20 は、本発明の第 6 の実施形態に係る半凝固金属の製造方法を実施するた

めの製造装置を構成する攪拌機の概略斜視説明図である。

図 2 1 は、外形が楕円状に設定された冷し金の説明図である。

図 2 2 は、外形が複合楕円状に設定された冷し金の説明図である。

図 2 3 は、外形が面取り四角形状に設定された冷し金の説明図である。

図 2 4 は、外形が六角形状に設定された冷し金の説明図である。

図 2 5 は、外形が面取り六角形状に設定された冷し金の説明図である。

図 2 6 は、本発明の第 7 の実施形態に係る半凝固金属の製造装置の概略斜視説明図である。

図 2 7 は、前記製造装置を構成する攪拌機の説明図である。

図 2 8 は、前記攪拌機を構成する冷し金の縦断面説明図である。

図 2 9 は、本発明の第 8 の実施形態に係る半凝固金属の製造装置の概略斜視説明図である。

図 3 0 は、本発明の第 9 の実施形態に係る半凝固金属の製造装置を構成する冷し金の説明図である。

図 3 1 は、本発明の第 1 0 の実施形態に係る半凝固金属の製造装置の一部断面概略説明図である。

図 3 2 は、前記製造装置を構成する冷却部材の拡大説明図である。

図 3 3 A は、るつぼに溶湯を給湯する際の説明図であり、

図 3 3 B は、前記るつぼを上昇させて溶湯内に冷却部材を浸漬させる際の説明図であり、

図 3 3 C は、前記冷却部材に第 1 液体金属を供給して前記溶湯の冷却および攪拌を行う際の説明図であり、

図 3 3 D は、半凝固金属が製造された後、前記冷却部材に第 2 液体金属を供給する際の説明図である。

#### 発明を実施するための最良の形態

図 1 は、本発明の第 1 の実施形態に係る半凝固金属の製造方法を実施するための製造装置 1 0 の概略斜視説明図であり、図 2 は、前記製造装置 1 0 の平面説明図である。

製造装置 10 は、アルミニウム、その合金、マグネシウム、またはその合金等の熔融金属からなる溶湯 12 を保持する溶湯保持炉 14 と、この溶湯保持炉 14 内から所定量（1 ショット分）の溶湯 12 を汲み出す溶湯汲み出しロボット 16 と、前記溶湯汲み出しロボット 16 により汲み出された該溶湯 12 を所定の断熱性るつぼ 18 に注湯するとともに、前記るつぼ 18 内で所望のスラリー状態になった半凝固金属 20 を成形機 22 の図示しないキャビティに連通するスラリー投入口 24 に供給する供給ロボット 26 と、前記るつぼ 18 を配置して該るつぼ 18 内の溶湯 12 を冷却および攪拌する第 1 ～第 4 攪拌機 28 a ～ 28 d とを備える。

溶湯汲み出しロボット 16 は、図 1 および図 3 に示すように、支柱 30 上に旋回自在に設けられるアーム 32 を備え、このアーム 32 の先端にラドル 34 が傾動可能に装着される。供給ロボット 26 は、第 1 ～第 4 攪拌機 28 a ～ 28 d の配列方向（矢印 A 方向）に延在するレール 36 に沿って進退自在である。供給ロボット 26 は多関節型ロボットであり、その先端には、断熱性るつぼ 18 を保持可能な把持部 38 が装着されている。

第 1 攪拌機 28 a は、るつぼ 18 を離脱自在に配置するるつぼ受台 40 を備える。このるつぼ受台 40 は、図 4 に示すように、るつぼ 18 を収容するための凹部 42 を設けるとともに、前記るつぼ受台 40 の内部には、前記凹部 42 に配置されるるつぼ 18 を周回するようにしてヒータ 44 が埋設されている。

るつぼ受台 40 の上方には、攪拌機能を兼ねた冷し金（冷却部材） 46 が駆動機構 48 を介して取り外し可能に配置される。冷し金 46 は、溶湯 12 として使用される、例えば、アルミニウム溶湯の溶湯温度で溶けない材質、例えば、銅やステンレス等により構成されている。この冷し金 46 の外形は、円柱形状に設定されるとともに、下方に向かって抜き勾配を有している。

冷し金 46 は、駆動機構 48 に対しセラミック製カプラ 49 を介して着脱自在であり、この駆動機構 48 がるつぼ受台 40 上で昇降するとともに、前記冷し金 46 を回転駆動する。

なお、第 2 ～第 4 攪拌機 28 b ～ 28 d は、上記の第 1 攪拌機 28 a と同様に構成されており、同一の構成要素には同一の参照符号を付して、その詳細な説明



は省略する。

各冷し金 4 6 は、第 1 ～ 第 4 攪拌機 2 8 a ～ 2 8 d に設けられている各駆動機構 4 8 に対して着脱自在であり、前記冷し金 4 6 は、溶湯 1 2 の攪拌および冷却を行う毎（1 ショット毎）に、前記駆動機構 4 8 から取り外されて冷し金処理装置 5 0 に送られる。

図 5 A ～ 図 5 E に示すように、冷し金処理装置 5 0 は、駆動機構 4 8 から離脱された冷し金 4 6 を冷却油等の冷却媒体により冷却するための冷却槽 5 2 と、冷却後の前記冷し金 4 6 にエアブローを行ってその表面からアルミニウム凝固物を除去するためのエアブロー手段 5 4 と、エアブロー後の前記冷し金 4 6 をセラミック材のコーティング液内に浸漬させるコーティング槽 5 6 と、コーティング後の該冷し金 4 6 をヒータ 5 8 により乾燥させる乾燥手段 6 0 とを備える。

このように構成される製造装置 1 0 の動作について、以下に説明する。なお、製造装置 1 0 による量産システムのタイムテーブルが、図 6 に示されている。

まず、溶湯保持炉 1 4 内で溶湯 1 2 が 6 5 0℃程度に加熱保持された状態で、溶湯汲み出しロボット 1 6 が駆動される。図 3 に示すように、溶湯汲み出しロボット 1 6 では、アーム 3 2 の作用下にラドル 3 4 が溶湯保持炉 1 4 内に挿入され、このラドル 3 4 が傾動することにより 1 ショット分の溶湯 1 2 が該ラドル 3 4 により汲み出される。溶湯 1 2 を汲み出したラドル 3 4 は、注湯位置（図 3 中、二点鎖線位置参照）に移動される一方、この注湯位置には、供給ロボット 2 6 が把持部 3 8 により空のるつぼ 1 8 を保持して配置されている（図 1 参照）。

そこで、ラドル 3 4 が傾動され、供給ロボット 2 6 に保持されているるつぼ 1 8 内に 1 ショット分の溶湯 1 2 が注湯される。次いで、供給ロボット 2 6 は、るつぼ 1 8 を第 1 ～ 第 4 攪拌機 2 8 a ～ 2 8 d の所定の位置、例えば、前記第 1 攪拌機 2 8 a を構成するるつぼ受台 4 0 の凹部 4 2 に挿入する。るつぼ受台 4 0 では、ヒータ 4 4 が駆動されて予め所定の温度に維持されており、凹部 4 2 に配置されるるつぼ 1 8 内の溶湯 1 2 が周囲から一挙に冷却されることを防止している。

第 1 攪拌機 2 8 a では、冷し金 4 6 が、水分除去および冷却条件の安定化のために予め 1 0 0℃程度に加熱保持されており、前記冷し金 4 6 が、駆動機構 4 8

を介して比較的低速で所定方向に回転しながらるつぼ 18 内の溶湯 12 中に浸漬される。その後、駆動機構 48 の作用下に冷し金 46 が溶湯 12 中で回転速度を上げることにより、この溶湯 12 を冷却しながら迅速に攪拌する。

冷し金 46 が、予め設定された時間だけ、あるいはスラリー供給信号が入力されるまで溶湯 12 の攪拌を行った後、この冷し金 46 が回転しながらるつぼ 18 から引き上げられる。このため、断熱性るつぼ 18 内には、全体的に一定温度に保持された半凝固金属 20 が得られる。

なお、上記の半凝固金属 20 の製造工程において、るつぼ 18 内の雰囲気、前記るつぼ 18 の温度、溶湯 12 のセンター温度、前記溶湯 12 の端部温度、および冷し金 46 の温度は、図 7 に示されるように変化している。

一方、供給ロボット 26 は、第 1 ～ 第 4 攪拌機 28 a ～ 28 d の中、所望のスラリー状態に冷却および攪拌された半凝固金属 20 を有する、例えば、第 4 攪拌機 28 d に対応して移動される。第 4 攪拌機 28 d では、駆動機構 48 が上方に待機するとともに、冷し金 46 が取り外されており、供給ロボット 26 は、この第 4 攪拌機 28 d のるつぼ受台 40 に配置されているるつぼ 18 を把持し、このるつぼ 18 を前記第 4 攪拌機 28 d から取り出す（図 8 参照）。

さらに、供給ロボット 26 は、把持部 38 により把持されているるつぼ 18 を成形機 22 のスラリー投入口 24 に対して配置した後、このるつぼ 18 を反転させる。これにより、るつぼ 18 内の半凝固金属 20 は、スラリー投入口 24 に向かって落下供給される（図 9 参照）。そして、成形機 22 では、半凝固金属 20 を用いた成形処理が行われ、所定の成形品が得られることになる。

供給ロボット 26 は、空になったるつぼ 18 をエアブロー位置に移動してエアブロー処理を施すことにより、この断熱性るつぼ 18 内に残存するアルミニウムが除去される。次いで、るつぼ 18 の内部にセラミック材等によるコーティングが行われた後、このるつぼ 18 が注湯位置に配置される。

第 1 攪拌機 28 a では、溶湯 12 の冷却および攪拌を行って上方に取り出された冷し金 46 が、駆動機構 48 から離脱されてロボット等により冷し金処理装置 50 に移送される（図 5 A 参照）。この冷し金処理装置 50 では、図 5 B に示すように、冷し金 46 が、先ず、冷却槽 52 内に浸漬されて冷却処理が行われた後

、エアブロー手段 5 4 を介してこの冷し金 4 6 の表面に付着しているアルミニウム凝固物の除去が行われる（図 5 C 参照）。さらに、冷し金 4 6 は、図 5 D に示すように、コーティング槽 5 6 内のコーティング液に浸漬されてその表面にセラミック材がコーティングされる。冷し金 4 6 の表面が溶湯 1 2 と反応することを防止するとともに、前記冷し金 4 6 の表面に付着するアルミニウム凝固物の除去が容易に遂行されるからである。

コーティング処理後の冷し金 4 6 には、乾燥手段 6 0 を構成するヒータ 5 8 の作用下に乾燥処理が施されるとともに、この冷し金 4 6 が所定の温度に加温される（図 5 E 参照）。乾燥後の冷し金 4 6 は、駆動機構 4 8 に装着されて新たな溶湯 1 2 の冷却および攪拌作業に再使用される。

この場合、第 1 の実施形態では、るつぼ 1 8 内の溶湯 1 2 をこの溶湯 1 2 の温度よりも低い温度に保持された冷し金 4 6 により冷却するとともに、この冷し金 4 6 を回転させて攪拌している。このため、溶湯 1 2 の冷却に指向性が発生することがなく、全体的に均一かつ確実にスラリー化した半凝固金属 2 0 を得ることができ、この半凝固金属 2 0 を再加熱することなく成形機 2 2 のスラリー投入口 2 4 に供給することが可能になる。

これにより、常に安定した半凝固金属 2 0 を 1 ショット毎に得ることができ、しかも再加熱装置等の設備が不要になって経済的かつ効率的に前記半凝固金属 2 0 を製造することが可能になるという効果が得られる。さらに、冷し金 4 6 の外形が円柱形状に設定されており、スラリー化する溶湯 1 2 によりこの冷し金 4 6 が損耗することを有効に阻止することができる。また、冷し金 4 6 が下方に向かって抜き勾配を有しており、この冷し金 4 6 を半凝固金属 2 0 から円滑に抜き取ることが可能になる。

なお、第 1 の実施形態では、冷し金 4 6 の表面に付着しているアルミニウム凝固物を除去するために、エアブロー手段 5 4 を使用しているが、これに代替して振動発生手段やサンドブラスト等を用いることができる。

また、第 1 の実施形態では、溶湯保持炉 1 4 と供給ロボット 2 6 との間に 1 ショット分の溶湯を汲み出すための溶湯汲み出しロボット 1 6 を設けているが、供給ロボット 2 6 に保持されているるつぼ 1 8 に溶湯保持炉 1 4 から 1 ショット分

の溶湯 12 を直接給湯するように構成すれば、この溶湯汲み出しロボット 16 を必ずしも用いなくてもよい。

図 10 は、本発明の第 2 の実施形態に係る半凝固金属の製造方法を実施するための製造装置 70 の概略斜視説明図である。

この製造装置 70 は、分割型るつぼ 80 a、80 b と、このるつぼ 80 a、80 b が収容される分割型るつぼ受台 82 a、82 b と、前記るつぼ 80 a、80 b 内に溶湯 84 を給湯する給湯手段 86 と、前記るつぼ 80 a、80 b 内の前記溶湯 84 を冷却および攪拌する攪拌機 88 と、該るつぼ 80 a、80 b を一体的に保持して前記るつぼ受台 82 a、82 b から取り出すとともに、成形機 22 に半凝固金属 90 を送り出す供給ロボット 92 とを備える。

るつぼ 80 a、80 b は、有底円筒体を直径方向に 2 分割して構成されており、それぞれの外周部には、対をなす鉤状突起部 94 a、94 b と対をなす溝部 96 a、96 b とが軸方向に直線状に配設されている（図 11 A 参照）。るつぼ 80 a、80 b の合わせ面には、耐熱パッキン 97 が介装されている。

図 11 A に示すように、るつぼ受台 82 a、82 b は、有底円筒体を直径方向に 2 分割して構成されており、それぞれの下端側角部が支点 98 a、98 b を介して設置面 99 に対し揺動自在に支持される。るつぼ受台 82 a、82 b の側部には、シリンダ 100 a、100 b から延在するロッド 102 a、102 b が連結される一方、前記シリンダ 100 a、100 b が設置面 99 に対して傾動自在である。るつぼ受台 82 a、82 b が閉動された際にこれらの中に凹部 104 が一体的に構成されるとともに、前記凹部 104 を周回してヒータ 106 a、106 b が埋設されている。

図 10 に示すように、給湯手段 86 は、溶湯保持炉 14 から 1 ショット分の溶湯 84 を汲み出すラドル 108 を備えている。このラドル 108 は、溶湯 84 の汲み出し位置とるつぼ 80 a、80 b への注湯位置とに移動自在かつ傾動可能に構成される。

攪拌機 88 は、例えば、ステンレス製の冷し金（冷却部材）110 を備え、この冷し金 110 の外形が円柱状に設定されるとともに、前記冷し金 110 が図示しない駆動機構を介して昇降および回転自在である。冷し金 110 は、蓋部材 1

1 2 に回転自在に挿入されており、この蓋部材 1 1 2 は、前記冷し金 1 1 0 と一体的に昇降可能である。この蓋部材 1 1 2 は、通気性を有さない材質で構成されることが望ましく、また、溶湯 8 4 と接触する面が平面あるいは中心部に向かって前記溶湯 8 4 側に突出する円錐乃至は角錐形状に設定される。

供給ロボット 9 2 は、手首部 1 1 4 を備え、この手首部 1 1 4 に開閉機構 1 1 5 が装着される。開閉機構 1 1 5 は、進退手段であるシリンダ 1 1 6 a、1 1 6 b を有しており、このシリンダ 1 1 6 a、1 1 6 b から互いに逆方向に延在するロッド 1 1 8 a、1 1 8 b に、鉛直下方向に向かってアーム部材 1 2 0 a、1 2 0 b の端部が固着される。このアーム部材 1 2 0 a、1 2 0 b には、るつぼ 8 0 a、8 0 b のそれぞれの突起部 9 4 a、9 4 b に挿入して係合される一对の外側突起 1 2 2 a、1 2 2 b と、前記るつぼ 8 0 a、8 0 b の溝部 9 6 a、9 6 b に嵌合する一对の内側突起 1 2 4 a、1 2 4 b とが設けられる。

供給ロボット 9 2 には、開閉機構 1 1 5 の下方に位置して断熱材製の蓋部材 1 2 6 が固定されている。この蓋部材 1 2 6 は、アーム部材 1 2 0 a、1 2 0 b によりるつぼ 8 0 a、8 0 b が保持される際、前記るつぼ 8 0 a、8 0 b の上面に密着して該るつぼ 8 0 a、8 0 b の断熱性を確保するとともに、半凝固金属 9 0 の漏れを阻止する機能を有する。

このような構成において、第 2 の実施形態では、先ず、図 1 1 A に示すように、るつぼ受台 8 2 a、8 2 b が支点 9 8 a、9 8 b を介して互いに開放された状態で、るつぼ 8 0 a、8 0 b が前記るつぼ受台 8 2 a、8 2 b 間に挿入される。次に、シリンダ 1 0 0 a、1 0 0 b が駆動されてロッド 1 0 2 a、1 0 2 b がそれぞれ前方に変位することにより、るつぼ受台 8 2 a、8 2 b が互いに近接する方向に揺動する。このため、るつぼ受台 8 2 a、8 2 b 間に一体的に構成される凹部 1 0 4 にくるつぼ 8 0 a、8 0 b が収容される。その際、凹部 1 0 4 の寸法が、るつぼ 8 0 a、8 0 b の外形形状よりも僅かに小さく設定されており、るつぼ受台 8 2 a、8 2 b が互いに閉塞された状態で、前記るつぼ 8 0 a、8 0 b が耐熱パッキン 9 7 を介装して互いに液密に保持される。

次いで、図 1 1 B に示すように、給湯手段 8 6 を構成するラドル 1 0 8 が、1 ショット分の溶湯 8 4 を汲み出して、るつぼ 8 0 a、8 0 b 内に前記溶湯 8 4 を給

湯する。ここで、るつぼ80a、80bは、るつぼ受台82a、82bに埋設されているヒータ106a、106bを介して所定温度（例えば、280℃）に昇温保持されており、650℃～700℃に保持されたアルミニウム溶湯である溶湯84が前記るつぼ80a、80b内に給湯される。

一方、攪拌機88では、冷し金110が水分除去等のために100℃に加熱されており、この冷し金110が、図11Cに示すように、るつぼ80a、80bの上方から回転しながら下降する。このため、冷し金110は、るつぼ80a、80b内の溶湯84を冷却するとともに、前記溶湯84を攪拌する。より好適には、

冷し金110が比較的低速で所定方向に回転しながら、るつぼ80a、80b内の溶湯84中に浸漬された後、前記冷し金110が前記溶湯84中で回転速度を上げることにより、前記冷し金110は、前記溶湯84を冷却しながら該溶湯84を迅速に攪拌する。

その際、冷し金110と一体的に蓋部材112が下降し、この蓋部材112は、るつぼ80a、80bの開放する上端側に配置される。これにより、冷し金110による冷却および攪拌時に溶湯84の表面が酸化されることがなく、また、この溶湯84中に空気が混入することを確実に阻止することができる。

所定時間だけ冷却および攪拌を行って所望のスラリー状態を有する半凝固金属90が得られた後、冷し金110が回転しながらるつぼ80a、80bから取り出される一方、供給ロボット92が前記るつぼ80a、80b上に配置される。この供給ロボット92では、手首部114を介してアーム部材120a、120bが下方方向に移動し（図11D参照）、それぞれの外側突起122a、122bがるつぼ80a、80bの突起部94a、94bに嵌合するとともに、それぞれの内側突起124a、124bが前記るつぼ80a、80bの溝部96a、96bに嵌合する。

次に、図11Eに示すように、シリンダ100a、100bの作用下に、るつぼ受台82a、82bが互いに離間する方向に揺動し、凹部104に保持されていたるつぼ80a、80bは、アーム部材120a、120bに保持された状態で取り出される。手首部114が成形機22のスラリー投入口24の上方に配置

された後、開閉機構 115 を構成するシリンダ 116 a、116 b が駆動されてロッド 118 a、118 b が互いに離間する方向に変位する。

従って、アーム部材 120 a、120 b が互いに離間する方向に変位し、前記アーム部材 120 a、120 b に保持されているるつぼ 80 a、80 b が互いに開放される。るつぼ 80 a、80 b 内には、半凝固金属 90 が一体的に製造されており、この半凝固金属 90 は、前記るつぼ 80 a、80 b が開放されることにより落下してスラリー投入口 24 に供給される（図 11 F 参照）。

このように、第 2 の実施形態では、るつぼ 80 a、80 b 内に給湯された 1 ショット分の溶湯 84 が、冷し金 110 により冷却されながら前記冷し金 110 の回転作用下に攪拌されることにより、冷却に指向性を有しない全体的に均一かつ良好なスラリー状態の半凝固金属 90 を得ることができる。しかも、冷し金 110 による冷却および攪拌時に、るつぼ 80 a、80 b の開放端が蓋部材 112 により閉塞されるため、溶湯 84 の表面の酸化およびこの溶湯 84 中への空気の混入を有効に防止することが可能になる。これにより、高品質な半凝固金属 90 を効率的に得ることができるという効果が得られる。

さらに、分割型るつぼ 80 a、80 b を備えており、ロボット 92 を構成するアーム部材 120 a、120 b が、このるつぼ 80 a、80 b にそれぞれ係合して該るつぼ 80 a、80 b を開閉可能に構成している。このため、スラリー投入口 24 の上方でるつぼ 80 a、80 b を互いに離間する方向に移動させるだけで、半凝固金属 90 を前記スラリー投入口 24 に対し容易かつ確実に落下供給することが可能になる。

従って、第 2 の実施形態では、るつぼ 80 a、80 b 内の半凝固金属 90 の温度、このるつぼ 80 a、80 b の形状、または前記半凝固金属 90 の重量等に影響されることがなく、簡単な構成で該るつぼ 80 a、80 b 内の該半凝固金属 90 全量を確実に排出することが可能になる。このため、るつぼ 80 a、80 b 内に半凝固金属 90 の残留物が発生して前記半凝固金属 90 の供給重量にばらつきが生ずることがなく、しかも前記るつぼ 80 a、80 b 内で新たに製造される半凝固金属 90 に悪影響を及ぼすことを有効に阻止することができるという効果が得られる。

図 1 2 は、本発明の第 3 の実施形態に係る半凝固金属の製造方法を実施するための製造装置 1 3 0 の概略斜視説明図である。

この製造装置 1 3 0 は、分割型るつぼ 1 4 0 a、1 4 0 b と、分割型るつぼ受台 1 4 2 a、1 4 2 b と、前記るつぼ 1 4 0 a、1 4 0 b を搬送するロボット 1 4 4 と、前記るつぼ 1 4 0 a、1 4 0 b 内に 1 ショット分の溶湯 1 4 6 を給湯する給湯手段 1 4 8 と、前記るつぼ 1 4 0 a、1 4 0 b 内の前記溶湯 1 4 6 を冷却するとともに攪拌する攪拌機 1 5 0 とを備える。

るつぼ 1 4 0 a、1 4 0 b の外周部には、それぞれ対をなす突起部 1 5 2 a、1 5 2 b が膨出形成される。るつぼ受台 1 4 2 a は、シリンダ 1 5 6 から延在するロッド 1 5 8 に連結されるとともに、滑車 1 6 0 を介して矢印方向に進退自在である。るつぼ受台 1 4 2 b は設置面 1 6 1 に固定されている。るつぼ受台 1 4 2 a、1 4 2 b が互いに閉塞された際に、その内部に凹部 1 6 2 が一体的に形成される。るつぼ受台 1 4 2 a、1 4 2 b 内には、それぞれヒータ 1 6 4 a、1 6 4 b が埋設されている（図 1 3 A 参照）。

ロボット 1 4 4 には、開閉機構 1 6 6 が装着されており、この開閉機構 1 6 6 を構成するシリンダ 1 6 8 a、1 6 8 b から延在するロッド 1 7 0 a、1 7 0 b にアーム部材 1 7 2 a、1 7 2 b の上端部が連結される。アーム部材 1 7 2 a、1 7 2 b の下端側には、るつぼ 1 4 0 a、1 4 0 b の側面に設けられた突起部 1 5 2 a、1 5 2 b に係合する係止手段 1 7 4 a、1 7 4 b が設けられている。

給湯手段 1 4 8 は、ラドル 1 7 6 を備える一方、攪拌機 1 5 0 は、比較的小径な冷し金 1 7 8 を備えている。冷し金 1 7 8 は、駆動機構 1 8 0 を介して回転自在であり、この駆動機構 1 8 0 は、移動台 1 8 2 に装着されて矢印方向（水平方向）に移動自在である。

このような構成において、第 3 の実施形態では、先ず、図 1 3 A に示すように、るつぼ受台 1 4 2 a がるつぼ受台 1 4 2 b から離間した状態で、るつぼ 1 4 0 a、1 4 0 b がロボット 1 4 4 に把持されてこのるつぼ受台 1 4 2 a、1 4 2 b 内に挿入される。次に、シリンダ 1 5 6 の駆動作用下に、るつぼ受台 1 4 2 a がるつぼ受台 1 4 2 b 側に移動して互いに閉塞され、これらの間に一体的に形成される凹部 1 6 2 にるつぼ 1 4 0 a、1 4 0 b が収容保持される（図 1 3 B 参照）



さらに、図 1 3 C に示すように、るつぼ 1 4 0 a、1 4 0 b 内に給湯手段 1 4 8 を構成するラドル 1 7 6 を介して 1 ショット分の溶湯 1 4 6 が給湯された後、図 1 3 D に示すように、攪拌機 1 5 0 が駆動される。この攪拌機 1 5 0 では、所定温度に冷却されている冷し金 1 7 8 が溶湯 1 4 6 中に浸漬された状態で、駆動機構 1 8 0 を介して回転されるとともに、移動台 1 8 2 が水平方向に進退する。これにより、るつぼ 1 4 0 a、1 4 0 b 内の溶湯 1 4 6 が冷却および攪拌され、所望のスラリー状態を有する半凝固金属 1 8 4 が得られる。

次に、図 1 3 E に示すように、ロボット 1 4 4 を構成するアーム部材 1 7 2 a、1 7 2 b がるつぼ受台 1 4 2 a、1 4 2 b 内に進入してるつぼ 1 4 0 a、1 4 0 b を把持した後、シリンダ 1 5 6 の作用下に前記るつぼ受台 1 4 2 a が開放動作する一方、前記ロボット 1 4 4 が上方に移動する（図 1 3 F 参照）。ロボット 1 4 4 は、るつぼ 1 4 0 a、1 4 0 b を所定のスラリー投入口 2 4 に対応して配置する。そして、シリンダ 1 6 8 a、1 6 8 b の作用下にアーム部材 1 7 2 a、1 7 2 b が互いに離間する方向に揺動することにより、るつぼ 1 4 0 a、1 4 0 b が互いに開放方向に揺動して半凝固金属 1 8 4 が前記スラリー投入口 2 4 に落下供給される（図 1 3 G 参照）。

従って、第 3 の実施形態では、分割型るつぼ 1 4 0 a、1 4 0 b を使用することにより、第 2 の実施形態と同様の効果が得られることになる。

なお、第 1 ～第 3 の実施形態では、冷し金 4 6、1 1 0 および 1 7 8 が円柱形状に設定されているが、少なくとも外形が円柱形状を有していればよい。例えば、図 1 4 に示す冷し金 1 8 6 は、円筒体 1 8 8 とこの円筒体 1 8 8 の端部が固着される取付板 1 8 9 とを備える一方、図 1 5 に示す冷し金 1 9 0 は、有底円筒体 1 9 2 とこの円筒体 1 9 2 の内底部 1 9 2 a に固着される軸部材 1 9 4 とを備える。

図 1 6 は、本発明の第 4 の実施形態に係る半凝固金属の製造方法を実施するための製造装置 2 0 0 の概略斜視説明図である。なお、図 1 0 に示す第 2 の実施形態に係る製造装置 7 0 と同一の構成要素には同一の参照符号を付して、その詳細な説明は省略する。

製造装置 200 は、攪拌機 202 を備える。図 16 および図 17 に示すように、るつぼ受台 82a、82b の上方には、攪拌機 202 を構成する冷し金（冷却部材）204 が回転部 206 に対してセラミック製カプラ 208 を介し取り外し可能に配置される。冷し金 204 は、溶湯 84 として使用される、例えば、アルミニウム溶湯の溶湯温度で溶けない材質、例えば、銅やステンレス等により構成されている。この冷し金 204 の外形は、四角柱形状に設定されるとともに、下方に向かって抜き勾配を有している。

回転部 206 が冷し金 204 を回転駆動する一方、この回転部 206 は、移動部 210 を介して前記冷し金 204 と一体的に昇降自在に構成されるとともに、水平方向に渦巻き状に移動する（図 18 参照）。すなわち、移動部 210 は、昇降手段と渦巻き状移動手段の 2 つの機能を有しており、回転部 206 と前記移動部 210 とで駆動機構が構成されている。

このように構成される第 4 の実施形態に係る製造装置 200 では、図 18 に示すように、るつぼ 80a、80b 内の溶湯 84 をこの溶湯 84 の温度よりも低い温度に保持された冷し金 204 により冷却するとともに、この冷し金 204 を回転させながら前記るつぼ 80a、80b の形状に沿って水平方向に渦巻き状に移動させて攪拌している。このため、るつぼ 80a、80b 内で溶湯 84 の冷却に指向性が発生することがなく、全体的に均一かつ確実にスラリー化した所望の半凝固金属 90 を迅速に得ることができる。従って、半凝固金属 90 を再加熱する必要がなく、この半凝固金属 90 を成形機 22 のスラリー投入口 24 に直接供給することが可能になる。

これにより、常に安定した半凝固金属 90 を 1 ショット毎に得ることができ、しかも再加熱装置等の設備が不要になって経済的かつ効率的に前記半凝固金属 90 を製造することが可能になるという効果が得られる。さらに、冷し金 204 の外形が四角柱形状に設定されており、溶湯 84 を確実に攪拌することができる。また、冷し金 204 が下方に向かって抜き勾配を有しており、この冷し金 204 を半凝固金属 90 から円滑に抜き取る事が可能になる。

図 19 は、本発明の第 5 の実施形態に係る半凝固金属の製造方法を実施するための製造装置を構成する攪拌機 290 の概略斜視説明図である。

この攪拌機 290 は、分割型のるつぼ 292 a、292 b 内の溶湯 294 を冷却および攪拌する一対の冷し金（冷却部材）296 a、296 b を備える。冷し金 296 a、296 b は、回転部 298 a、298 b に対してセラミック製カブラ 300 a、300 b を介し取り外し可能に配置される。冷し金 296 a、296 b は、冷し金 204 と同様に、例えば、銅やステンレス等により構成されており、四角柱形状の外形に設定されるとともに、下方に向かって抜き勾配を有している。

回転部 298 a、298 b が冷し金 296 a、296 b を回転駆動する一方、この回転部 298 a、298 b は、移動部 302 を介して前記冷し金 296 a、296 b と一体的に昇降自在に構成されるとともに、るつぼ 292 a、292 b の長手方向（矢印 A 方向）に沿って水平方向に往復移動する。すなわち、移動部 302 は、昇降手段と水平移動手段の 2 つの機能を有している。

るつぼ 292 a、292 b は、互いに密着した状態で矩形状に設定されており、その合わせ面には、耐熱パッキン 304 が介装されている。このるつぼ 292 a、292 b が、図示しない分割型のるつぼ受台に配置される。なお、分割型のるつぼ 292 a、292 b に代替して一体型のるつぼを採用してもよい。

このように構成される第 5 の実施形態では、まず、互いに密着されているるつぼ 292 a、292 b 内に 1 ショット分の溶湯 294 が給湯された後、移動部 302 を介して冷し金 296 a、296 b が前記るつぼ 292 a、292 b の上方に配置される。次いで、回転部 298 a、298 b の作用下に冷し金 296 a、296 b が回転しながら下降する。

そして、冷し金 296 a、296 b がるつぼ 292 a、292 b 内の溶湯 294 中に浸漬された後、または回転駆動と同時に、移動部 302 の作用下に水平方向に往復移動される。このため、冷し金 296 a、296 b は、るつぼ 292 a、292 b 内の溶湯 294 を冷却するとともに、前記溶湯 294 を前記るつぼ 292 a、292 b の形状に沿って攪拌する。

このように、第 5 の実施形態では、冷し金 296 a、296 b が回転しながらるつぼ 292 a、292 b の長手方向（矢印 A 方向）に沿って往復移動するため、このるつぼ 292 a、292 b 内全体にわたって溶湯 294 を確実かつ有効に

攪拌することができる。従って、るつぼ292a、292b内では、冷却に指向性を有しない、全体的に均一かつ良好なスラリー状態の所望の半凝固金属90を得ることが可能になる等、第4の実施形態と同様の効果が得られる。

図20は、本発明の第6の実施形態に係る半凝固金属の製造方法を実施するための製造装置を構成する攪拌機320の概略斜視説明図である。

この攪拌機320は、分割型のるつぼ322a、322b内の溶湯324を冷却しながら攪拌する冷し金（冷却部材）326を備える。冷し金326は、回転部328に対してセラミック製カプラ330を介し取り外し可能に配置される。冷し金326は、前記冷し金204と同様に、例えば、銅やステンレス等により構成されており、四角柱形状の外形に設定されるとともに、下方に向かって抜き勾配を有している。

回転部328が冷し金326を回転駆動する一方、この回転部328は、移動部332を介して前記冷し金326と一体的に昇降自在に構成される。すなわち、移動部332は、冷し金326をるつぼ322a、322bの長手方向（矢印B方向）に沿って往復移動させる上下移動手段としての機能を有している。

るつぼ322a、322bは、互いに密着した状態で円筒形状に設定されており、その合わせ面には、耐熱パッキン334が介装されている。このるつぼ322a、322bが、図示しない分割型のるつぼ受台に配置される。なお、分割型のるつぼ322a、322bに代替して一体型のるつぼを採用してもよい。

このように構成される第6の実施形態では、先ず、互いに密着されているるつぼ322a、322b内に1ショット分の溶湯324が給湯された後、移動機構332を介して冷し金326が前記るつぼ322a、322bの上方に配置される。

次いで、冷し金326は、回転部328の作用下に回転しながら、移動部332を介して下降する。この冷し金326は、るつぼ322a、322b内の溶湯324中に浸漬された後に、移動部332の作用下に上下方向に往復移動を行う。このため、冷し金326は、るつぼ322a、322b内の溶湯324を冷却するとともに、前記溶湯324を前記るつぼ322a、322bの形状に沿って攪拌する。

このように、第6の実施形態では、冷し金326が回転しながらるつぼ322a、322bの長手方向（矢印B方向）に沿って往復移動するため、このるつぼ322a、322b内全体にわたって溶湯324を確実にかつ有効に攪拌することができる。従って、冷却に指向性を有しない、全体的に均一かつ良好なスラリー状態を有する所望の半凝固金属90を得ることが可能になる等、第4および第5の実施形態と同様の効果が得られる。

なお、第4～第6の実施形態では、冷し金204、296a、296bおよび326が四角形状に設定されているが、これに限定されるものではない。例えば、外形が楕円状に設定された冷し金340（図21参照）、外形が複合楕円状に設定された冷し金342（図22参照）、外形が面取り四角形状に設定された冷し金344（図23参照）、外形が六角形状に設定された冷し金346（図24参照）、または、外形が面取り六角形状に設定された冷し金348（図25参照）等を使用してもよい。

図26は、本発明の第7の実施形態に係る半凝固金属の製造装置400の概略斜視説明図である。なお、図16に示す第4の実施形態に係る製造装置200と同一の構成要素には同一の参照符号を付して、その詳細な説明は省略する。

製造装置400は、攪拌機402を備える。るつぼ受台82a、82bの上方には、攪拌機402を構成する複数の冷し金（冷却部材）406a～406dが回転部206に対してセラミック製カプラ208を介し取り外し可能に連結される。冷し金406a～406dは、溶湯84として使用される、例えば、アルミニウム溶湯の溶湯温度で溶けない材質、例えば、銅やステンレス等により構成されている。図26～図28に示すように、冷し金406a～406d全体の外形は、四角柱形状に設定されるとともに、下方に向かって抜き勾配を有している。

図28に示すように、冷し金406a～406dは、それぞれの中央部に貫通孔408a～408dが形成されており、この冷し金406a～406dが任意の数だけ固定手段412を介して一体的に回転部206に対し保持可能である。固定手段412は、積層された冷し金406a～406dの貫通孔408a～408dに一体的に挿通されるねじ軸（軸部材）414と、このねじ軸414の下端部に螺合するナット部材（固定具）416と、前記冷し金406a～406d

を支持する支持板 4 1 5 とを備える。ねじ軸 4 1 4 の上端部はカプラ 2 0 8 に着脱自在である。

このように構成される製造装置 4 0 0 では、成形される部品の変更に伴って 1 ショット分の溶湯 8 4 の重量が変化する際には、回転部 2 0 6 に装着される冷し金 4 0 6 a ~ 4 0 6 d の数が増減される。具体的には、1 ショット分の溶湯 8 4 の重量が減少する際には、冷し金 4 0 6 a ~ 4 0 6 d を、例えば、冷し金 4 0 6 a ~ 4 0 6 c に削減する一方、1 ショット分の溶湯 8 4 の重量が増加する際には、冷し金 4 0 6 a ~ 4 0 6 d に所定数の冷し金（図示せず）を積層すればよい。

このように、第 7 の実施形態では、るつぼ 8 0 a、8 0 b 内の溶湯 8 4 を所定数の冷し金 4 0 6 a ~ 4 0 6 d により冷却するとともに、この冷し金 4 0 6 a ~ 4 0 6 d を回転部 2 0 6 を介して一体的に回転させて前記溶湯 8 4 を攪拌している。このため、るつぼ 8 0 a、8 0 b 内で溶湯 8 4 の冷却に指向性が発生することがなく、全体的に均一かつ確実にスラリー化した所望の半凝固金属 2 2 を極めて迅速かつ効率的に得ることができるという効果が得られる。

さらに、1 ショット分の溶湯 8 4 の重量が変更される際には、この溶湯 8 4 の重量に応じて冷し金 4 0 6 a ~ 4 0 6 d の数を増減するだけでよく、種々の異なる部品成形用の半凝固金属 9 0 を効率的かつ高精度に製造することが可能になる。これにより、溶湯 8 4 の重量の変更に対応して専用の冷却手段を用意する必要がなく、設備費を有効に削減することができるという利点がある。

図 2 9 は、本発明の第 8 の実施形態に係る半凝固金属の製造装置 4 9 0 の概略斜視説明図である。なお、第 7 の実施形態に係る製造装置 4 0 0 と同一の構成要素には同一の参照符号を付して、その詳細な説明は省略する。

この製造装置 4 9 0 は、攪拌機能を兼ねた複数の冷し金（冷却部材）4 9 2 a ~ 4 9 2 d を備え、この冷し金 4 9 2 a ~ 4 9 2 d が駆動機構 4 9 4 に対してセラミック製カプラ 4 9 6 を介し取り外し可能に配置される。冷し金 4 9 2 a ~ 4 9 2 d は、例えば、銅やステンレス等により構成されており、その上端部が連結部 4 9 8 で一体化されている。この連結部 4 9 8 はカプラ 4 9 6 に着脱自在である。各冷し金 4 9 2 a ~ 4 9 2 d の外形は、円柱形状に設定されるとともに、それぞれ下方に向かって抜き勾配を有している。

このような構成において、第 8 の実施形態では、るつぼ 8 0 a、8 0 b 内に 1 ショット分の溶湯 8 4 が給湯された後、駆動機構 4 9 4 を介し冷し金 4 9 2 a ~ 4 9 2 d が回転しながら下降して前記るつぼ 8 0 a、8 0 b 内の前記溶湯 8 4 中に浸漬される。これにより、るつぼ 8 0 a、8 0 b 内の溶湯 8 4 が冷却および攪拌され、所望のスラリー状態を有する半凝固金属 9 0 が得られる。

これにより、第 8 の実施形態では、4 本の冷し金 4 9 2 a ~ 4 9 2 d が、一体的にるつぼ 8 0 a、8 0 b 内の溶湯 8 4 を冷却しながらこの溶湯 8 4 を攪拌するため、特に前記溶湯 8 4 の重量が多量であっても、所望の半凝固金属 9 0 を効率的かつ迅速に得ることが可能になるという効果がある。

図 3 0 は、本発明の第 9 の実施形態に係る半凝固金属の製造装置を構成する冷し金 5 0 0 の説明図である。

この冷し金 5 0 0 は、円柱部 5 0 2 の外周に軸方向に所定間隔ずつ離間して複数のリブ部 5 0 4 a ~ 5 0 4 i を一体的に設けている。従って、第 9 の実施形態では、溶湯 8 4 中で冷し金 5 0 0 が回転されることにより、複数のリブ部 5 0 4 a ~ 5 0 4 i を介して前記溶湯 8 4 が迅速かつ円滑に冷却および攪拌され、第 7 および第 8 の実施形態と同様の効果が得られることになる。

図 3 1 は、本発明の第 1 0 の実施形態に係る半凝固金属の製造装置 5 1 0 の一部断面概略説明図である。

製造装置 5 1 0 は、所定量（1 ショット分）の熔融金属からなる溶湯 5 1 2 を保持する断熱性るつぼ 5 1 4 と、このるつぼ 5 1 4 内の前記溶湯 5 1 2 を所定温度に冷却するコイル状の冷却部材 5 1 6 と、前記冷却部材 5 1 6 の内部に該溶湯 5 1 2 の温度以下に維持された冷却媒体である第 1 液体金属 5 1 8 を供給する冷却機構 5 2 0 と、前記冷却部材 5 1 6 を介して前記溶湯 5 1 2 を攪拌させるための電磁攪拌機構（駆動機構）5 2 2 とを備える。

るつぼ 5 1 4 は、例えば、窒化珪素で構成されており、このるつぼ 5 1 4 が昇降台 5 2 4 上に配置されるとともに、前記るつぼ 5 1 4 の外周に加熱用ヒータ 5 2 6 が装着されている。昇降台 5 2 4 は、図示しない駆動手段を介して昇降自在であり、必要に応じて回転可能に構成されている。昇降台 5 2 4 の近傍には、電磁攪拌機構 5 2 2 を構成するコイル部 5 2 8 がるつぼ 5 1 4 を周回して配置され

ている。

冷却機構 5 2 0 は、溶湯 5 1 2 を所定温度に冷却するための第 1 液体金属 5 1 8 を冷却部材 5 1 6 内に供給する第 1 供給手段 5 3 0 と、前記冷却部材 5 1 6 の表面に付着する凝固物を除去するために、前記凝固物の液化温度よりも高温の加熱媒体である第 2 液体金属 5 3 2 を該冷却部材 5 1 6 内に供給する第 2 供給手段 5 3 4 とを備える。ここで、溶湯 5 1 2 はアルミニウム、その合金、マグネシウム、またはその合金等の熔融金属であり、第 1 および第 2 液体金属 5 1 8、5 3 2 は錫または錫合金である。

第 1 供給手段 5 3 0 は、第 1 液体金属 5 1 8 が貯留される第 1 貯留槽 5 3 6 と、前記第 1 貯留槽 5 3 6 内の前記第 1 液体金属 5 1 8 を保温する第 1 加熱炉（第 1 加熱部）5 3 8 と、該第 1 液体金属 5 1 8 との間で熱交換を行うことにより、前記第 1 液体金属 5 1 8 を冷却するための熱交換機 5 4 0 と、前記第 1 液体金属 5 1 8 を前記冷却部材 5 1 6 の内部を通して循環させる第 1 循環路 5 4 2 とを備える。

熱交換機 5 4 0 は、内部に冷却水が供給される熱交換コイル 5 4 4 を備えており、この熱交換コイル 4 4 が第 1 貯留槽 5 3 6 内の第 1 液体金属 5 1 8 中に浸漬されている。第 1 加熱炉 5 3 8 は、第 1 貯留槽 5 3 6 を周回して配置される。第 1 循環路 5 4 2 は、SUS 製のパイプから構成されており、第 1 貯留槽 5 3 6 の下端部側にその入口側の端部 5 4 2 a が接続されるとともに、その出口側の端部 5 4 2 b が前記第 1 貯留槽 5 3 6 の上方から第 1 液体金属 5 1 8 中に所定の高さ位置まで浸漬されている。第 1 循環路 5 4 2 は、図 3 2 に示すように、冷却部材 5 1 6 の一部を構成しており、端部 5 4 2 a 側に第 1 電磁ポンプ 5 4 6 が配設されている（図 3 1 参照）。

第 2 供給手段 5 3 4 は、冷却部材 5 3 2 が貯留される第 2 貯留槽 5 4 8 と、この第 2 貯留槽 5 4 8 内の前記冷却部材 5 3 2 を加熱する第 2 加熱炉（第 2 加熱部）5 5 0 と、前記冷却部材 5 3 2 を冷却部材 5 1 6 の内部を通して循環させる第 2 循環路 5 5 2 とを備える。

第 2 加熱炉 5 5 0 は、第 2 貯留槽 5 4 8 を周回して配設されており、第 2 循環路 5 5 2 は、その入口側の端部 5 5 2 a が前記第 2 貯留槽 5 4 8 の下部側に接続



されるとともに、その出口側の端部 5 5 2 b が前記第 2 貯留槽 5 4 8 の上方から第 2 液体金属 5 3 2 中に所定の位置まで浸漬されている。第 2 循環路 5 5 2 には、端部 5 5 2 a 側に近接して第 2 電磁ポンプ 5 5 4 が設けられており、その途上で第 1 循環路 5 4 2 に接合されて冷却部材 5 1 6 の一部を構成している（図 3 2 参照）。

第 1 および第 2 循環路 5 4 2、5 5 2 の接合部分には、支持具 5 5 6 を介して溶湯测温用の第 1 熱電対（第 1 検出手段）5 5 8 が装着され、この第 1 熱電対 5 5 8 は、るつぼ 5 1 4 内の溶湯 5 1 2 の温度を検出する。第 1 供給手段 5 3 0 を構成する第 1 貯留槽 5 3 6 には、第 1 液体金属 5 1 8 の温度を検出する第 2 熱電対（第 2 検出手段）5 6 0 が配設される一方、第 2 供給手段 5 3 4 を構成する第 2 貯留槽 5 4 8 には、第 2 液体金属 5 3 2 の温度を検出する第 3 熱電対（第 3 検出手段）5 6 2 が配設される。

このように構成される第 1 0 の実施形態に係る製造装置 5 1 0 の動作について、以下に説明する。

まず、図 3 3 A に示すように、溶湯材料として、例えば、アルミニウム合金（A C 2 B）の溶湯 5 1 2 が、図示しない溶湯保持炉で 6 5 0 ℃の温度に保持されており、給湯器 5 6 4 が前記溶湯 5 1 2 を 1 ショット分、例えば、2 0 k g だけ汲み出してるつぼ 5 1 4 内に給湯する。このるつぼ 5 1 4 にはヒータ 5 2 6 が装着されており、このヒータ 5 2 6 を介して前記るつぼ 5 1 4 内の溶湯 5 1 2 の温度が一定に維持されている。

次いで、図 3 3 B に示すように、るつぼ 5 1 4 を載置している昇降台 5 2 4 が上昇し、前記るつぼ 5 1 4 内の溶湯 5 1 2 中に冷却部材 5 1 6 が浸漬される。この冷却部材 5 1 6 は、内径が 2 0 m m の S U S 製パイプであり、全長が 7 0 0 m m のコイル状に構成されている。

一方、冷却機構 5 2 0 では、図 3 1 に示すように、第 1 供給手段 5 3 0 を構成する第 1 貯留槽 5 3 6 内に、第 1 液体金属 5 1 8 が 2 5 0 ℃に保持されて 1 0 0 リットルだけ貯留されるとともに、第 2 供給手段 5 3 4 を構成する第 2 貯留槽 5 4 8 内に、第 2 液体金属 5 3 2 が 6 0 0 ℃に保持されて 4 0 リットルだけ貯留されている。第 1 および第 2 液体金属 5 1 8、5 3 2 の温度は、それぞれ第 2 およ

び第3熱電対560、562により検出され、この第2熱電対560の検出結果に基づいて熱交換機540および第1加熱炉538が駆動されることにより、前記第1液体金属518の温度が一定に保持される。また、第3熱電対562の検出結果に基づいて第2加熱炉550が駆動されることにより、第2液体金属532の温度が一定に保持されている。

そこで、第1電磁ポンプ546が駆動され、第1貯留槽536内の第1液体金属518が、20リットル／分の流量で第1循環路542を介して冷却部材516の内部に導入された後、この第1液体金属518が端部542bから前記第1貯留槽536内に戻される（図33C参照）。これにより、るつぼ514内の溶湯512は、比較的低温の第1液体金属518が内部を通して循環される冷却部材516を介し冷却される。その際、電磁攪拌機構522を構成するコイル部528が駆動され、るつぼ514内の溶湯512が攪拌される。

るつぼ514内の溶湯512の温度が第1熱電対558により検出されており、この検出温度が、予め設定された半凝固温度に至るまで溶湯512の冷却および攪拌が行われる。従って、るつぼ514内には、冷却の指向性を有しない、全体的に均一かつ良好にスラリー化した半凝固金属566が製造されることになる（図31および図33C参照）。

次に、第1電磁ポンプ546の駆動が停止されるとともに、第2電磁ポンプ554が駆動される。このため、図33Dに示すように、第2貯留槽548内の第2液体金属532が、20リットル／分の流量で第2循環路552を介して冷却部材516の内部に供給される。ここで、第2液体金属532は、溶湯512に用いられているアルミニウム合金の液化温度よりも高温に保持されており、冷却部材516の表面にアルミニウム凝固物が付着していても、このアルミニウム凝固物を再溶解して確実に除去することができる。その後、第2電磁ポンプ554の駆動が停止されるとともに、昇降台524が下降されてるつぼ514が冷却部材516から離間する。

これにより、るつぼ514内には、所望の半凝固金属566が得られることになる。その際、第1および第2液体金属518、532は、第1および第2電磁ポンプ546、554により20リットル／分の流量で冷却部材516に供給さ

れるため、るつぼ514内の溶湯512が650℃から570℃のスラリー温度まで約1分で冷却される一方、この冷却部材516の表面にアルミニウム凝固物が付着することを有効に阻止することができる。

この場合、第10の実施形態では、るつぼ514内の溶湯512中に冷却部材516が浸漬された状態で、この冷却部材516の内部に所定の冷却温度に維持された第1液体金属518が循環供給されて前記溶湯512を冷却するとともに、電磁攪拌機構522が駆動されて該溶湯512が攪拌される。このため、溶湯512の冷却に指向性が発生することがなく、全体的に均一かつ確実にスラリー化した半凝固金属566を得ることができる。

しかも、第1および第2熱電対558、560を介して溶湯512および第1液体金属518の温度を検出し、前記第1液体金属518の温度管理を行っている。これにより、半凝固金属566を再加熱する必要がなく、高品質な半凝固金属566を効率的に得ることが可能になるという効果が得られる。特に、半凝固金属566の温度管理が簡単かつ正確に行われるとともに、溶湯512の冷却速度を向上させて前記半凝固金属566を一挙に迅速に製造し得るという利点がある。

さらに、第10の実施形態では、半凝固金属566が製造された後、溶湯材料（例えば、アルミニウム合金）の液化温度よりも高温の第2液体金属532を冷却部材516の内部に供給する第2供給手段534が設けられている。すなわち、溶湯512の冷却および攪拌を行った冷却部材516の表面には、この溶湯512が凝固したアルミニウム凝固物が付着して凝固層が設けられるおそれがある。この凝固層が肉厚であると、次のショット時になるつぼ514内の溶湯512中にアルミニウム凝固物が酸化して混入し、または、この溶湯512の冷却条件の変化や溶湯量のばらつきの原因となるおそれがある。

そこで、第10の実施形態では、第2循環路552に比較的高温の第2液体金属532が供給されるため、冷却部材516の表面に付着したアルミニウム凝固物が再溶解されてこの表面から確実に除去される。これにより、高品質な半凝固金属566を効率的に得ることが可能になるとともに、冷却条件の安定化を図ることができる。

なお、第10の実施形態では、冷却部材516が第1および第2循環路542、552を一体的に接合したコイル状に設定されているが、るつぼ514の容量や形状等に対応して、板状等、種々の形状に設定することができる。すなわち、表面積が大きくなるような最適形状に設定すればよい。

また、溶湯512を攪拌するために電磁攪拌機構522を用いているが、これに代替して機械的攪拌構造を採用することができる。例えば、るつぼ514自体を回転させ、あるいは、このるつぼ514の回転とともに該るつぼ514を水平方向に移動させることにより、溶湯512を攪拌してもよい。さらに、冷却部材516自体を回転、あるいは、水平方向に移動自在に構成してもよい。

#### 産業上の利用可能性

以上のように、本発明では、断熱性るつぼ内に供給された熔融金属が冷却部材を介して冷却されながら攪拌されるため、このるつぼ内では、前記熔融金属が全体的に均一かつ確実にスラリー化し、冷却に指向性を有しない所望の半凝固金属を容易かつ効率的に得ることができる。しかも、半凝固金属を再加熱する必要がなく、設備費の高騰を確実に阻止することが可能になる。

また、本発明では、るつぼ内の熔融金属が冷却部材を介して冷却されるとともに、この冷却部材が前記るつぼの形状に沿って移動することにより、前記熔融金属が攪拌される。このため、断熱性るつぼ内では、熔融金属が全体的に均一かつ確実にスラリー化し、冷却に指向性を有しない所望の半凝固金属を容易かつ効率的に得ることができる。

さらに、本発明では、断熱性るつぼ内の熔融金属が複数の冷却部材を介して冷却および攪拌されるため、冷却の指向性を可及的に阻止して全体的に均一かつ確実にスラリー化した所望の半凝固金属を迅速かつ効率的に製造することが可能になる。

さらにまた、本発明では、断熱性るつぼ内の溶湯金属中に冷却部材が浸漬されるとともに、この冷却部材の内部に冷却媒体が供給された状態で、前記熔融金属が攪拌される。このため、熔融金属の冷却に指向性が発生することがなく、前記熔融金属を迅速かつ確実にスラリー化することができる。しかも、冷却媒体の温

度管理を行うことにより、所望の半凝固金属を効率的かつ高精度に得ることが可能になる。

また、本発明では、分割型の断熱性るつぼ内の熔融金属が冷却部材を介して冷却および攪拌されて半凝固金属が製造された後、前記断熱性るつぼが開閉機構を介して開閉駆動されることにより、該断熱性るつぼ内の前記半凝固金属がその自重で該断熱性るつぼ内から落下して排出される。このため、冷却の指向性を可及的に阻止して全体的に均一かつ確実にスラリー化した所望の半凝固金属を得ることができるとともに、簡単な構成で、前記半凝固金属を断熱性るつぼ内から円滑かつ確実に排出することが可能になる。

## 請求の範囲

1. 所定量の熔融金属を断熱性るつぽに供給する工程と、

前記断熱性るつぽ内の前記熔融金属を、該熔融金属の温度以下の所定温度に冷却された冷却部材を介して冷却するとともに、該熔融金属を攪拌する工程と、

前記熔融金属が所定のスラリー状態に攪拌された後、前記攪拌工程を終了しかつ前記冷却部材を前記断熱性るつぽ内から離脱させる工程と、

を有することを特徴とする半凝固金属の製造方法。

2. 所定量の熔融金属を断熱性るつぽに供給する工程と、

前記断熱性るつぽ内の前記熔融金属を、該熔融金属の温度以下の所定温度に冷却された冷却部材を介して冷却するとともに、前記冷却部材を回転させながら該冷却部材を水平方向および／または上下方向に移動させて該熔融金属を攪拌する工程と、

前記熔融金属が所定のスラリー状態に攪拌された後、前記攪拌工程を終了しかつ前記冷却部材を前記断熱性るつぽ内から離脱させる工程と、

を有することを特徴とする半凝固金属の製造方法。

3. 請求項 1 または 2 記載の製造方法において、前記冷却部材を前記断熱性るつぽ内で回転させることにより前記断熱性るつぽ内の前記熔融金属を攪拌する工程と、

前記冷却部材を前記断熱性るつぽから離脱させた後、該冷却部材の表面に付着する凝固物を除去する工程と、

前記凝固物除去後の前記冷却部材に乾燥処理を施す工程と、

を有することを特徴とする半凝固金属の製造方法。

4. 請求項 3 記載の製造方法において、前記凝固物除去後の前記冷却部材にセラミック材をコーティングすることを特徴とする半凝固金属の製造方法。

5. 請求項1乃至4のいずれか1項に記載の製造方法において、前記冷却部材の外形が円柱形状に設定されるとともに、下方に向かって抜き勾配を有することを特徴とする半凝固金属の製造方法。

6. 請求項1乃至4のいずれか1項に記載の製造方法において、前記冷却部材の外形は、非円柱形状に設定されるとともに、下方に向かって抜き勾配を有することを特徴とする半凝固金属の製造方法。

7. 請求項1または2に記載の製造方法において、前記冷却部材を前記断熱性るつぼ内に挿入するとともに、前記断熱性るつぼの開放端を蓋部材で閉塞することを特徴とする半凝固金属の製造方法。

8. 請求項1または2に記載の製造方法において、複数の前記冷却部材が設けられることを特徴とする半凝固金属の製造方法。

9. 所定の熔融金属を保持する断熱性るつぼと、  
前記断熱性るつぼ内の前記熔融金属を所定温度に冷却する冷却部材と、  
前記冷却部材を回転させて該熔融金属を攪拌する駆動機構と、  
を備えることを特徴とする半凝固金属の製造装置。

10. 請求項9に記載の製造装置において、前記冷却部材の外形が円柱形状に設定されるとともに、下方に向かって抜き勾配を有することを特徴とする半凝固金属の製造装置。

11. 所定量の熔融金属を保持する断熱性るつぼと、  
前記断熱性るつぼ内の前記熔融金属を所定温度に冷却する冷却部材と、  
前記冷却部材を回転させながら該冷却部材を水平方向および／または上下方向に移動させて該熔融金属を攪拌する駆動機構と、  
を備えることを特徴とする半凝固金属の製造装置。

1 2. 請求項 1 1 記載の製造装置において、前記駆動機構は、前記冷却部材を水平方向に往復移動させる水平移動手段を備えることを特徴とする半凝固金属の製造装置。

1 3. 請求項 1 1 記載の製造装置において、前記駆動機構は、前記冷却部材を水平方向に渦巻き状に移動させる渦巻き状移動手段を備えることを特徴とする半凝固金属の製造装置。

1 4. 請求項 1 1 記載の製造装置において、前記駆動機構は、前記冷却部材を上下方向に往復移動させる上下移動手段を備えることを特徴とする半凝固金属の製造装置。

1 5. 請求項 1 1 記載の製造装置において、前記冷却部材の外形は、非円柱形状に設定されるとともに、下方に向かって抜き勾配を有することを特徴とする半凝固金属の製造装置。

1 6. 所定量の熔融金属を保持する断熱性るつぽと、

前記断熱性るつぽ内の前記熔融金属を所定温度に冷却するための複数の冷却部材と、

前記複数の冷却部材を該熔融金属中で一体的に攪拌駆動するとともに、該複数の冷却部材を着脱可能な駆動機構と、

を備えることを特徴とする半凝固金属の製造装置。

1 7. 請求項 1 6 記載の製造装置において、前記複数の冷却部材は、任意の数だけ互いに積層された状態で、前記駆動機構に対し固定手段を介して一体的に保持可能に構成されることを特徴とする半凝固金属の製造装置。

1 8. 請求項 1 7 記載の製造装置において、前記固定手段は、前記積層された複



数の冷却部材に一体的に挿通される軸部材と、  
前記軸部材の端部に螺合する固定具と、  
を備えることを特徴とする半凝固金属の製造装置。

19. 請求項16記載の製造装置において、前記複数の冷却部材は、連結部で一体化されるとともに、前記連結部がカプラを介して前記駆動機構に連結自在に構成されることを特徴とする半凝固金属の製造装置。

20. 所定量の熔融金属を保持する断熱性るつぼと、  
前記断熱性るつぼ内の前記熔融金属を所定温度に冷却する冷却部材と、  
前記冷却部材の内部に、該熔融金属の温度以下に維持された冷却媒体を供給する冷却機構と、  
前記冷却部材を介して前記熔融金属を攪拌させるために、該冷却部材と該熔融金属を相対的に移動させる駆動機構と、  
を備えることを特徴とする半凝固金属の製造装置。

21. 請求項20記載の製造装置において、前記断熱性るつぼ内の前記熔融金属の温度を検出する第1検出手段と、  
前記冷却媒体の温度を検出する第2検出手段と、  
を備えることを特徴とする半凝固金属の製造装置。

22. 請求項20記載の製造装置において、前記冷却機構は、前記冷却媒体を前記冷却部材内に供給する第1供給手段と、  
前記冷却部材の表面に付着する凝固物を除去するために、前記凝固物の液化温度よりも高温の加熱媒体を前記冷却部材内に供給する第2供給手段と、  
を備えることを特徴とする半凝固金属の製造装置。

23. 請求項22記載の製造装置において、前記加熱媒体の温度を検出する第3検出手段を備えることを特徴とする半凝固金属の製造装置。

24. 請求項22記載の製造装置において、前記第1供給手段は、前記冷却媒体が貯留される第1貯留槽と、

前記第1貯留槽内の前記冷却媒体を保温する第1加熱部と、

前記冷却媒体との間で熱交換を行うことにより該冷却媒体を冷却するための熱交換機と、

前記冷却媒体を前記冷却部材の内部を通して前記第1貯留槽内に循環させる第1循環路と、

を備えることを特徴とする半凝固金属の製造装置。

25. 請求項22記載の製造装置において、前記第2供給手段は、前記加熱媒体が貯留される第2貯留槽と、

前記第2貯留槽内の前記加熱媒体を加熱する第2加熱部と、

前記加熱媒体を前記冷却部材の内部を通して前記第2貯留槽内に循環させる第2循環路と、

を備えることを特徴とする半凝固金属の製造装置。

26. 請求項22記載の製造装置において、前記冷却媒体および前記加熱媒体は、熔融金属であることを特徴とする半凝固金属の製造装置。

27. 所定量の熔融金属を保持する分割型の断熱性るつぽと、

前記断熱性るつぽ内の前記熔融金属を所定温度に冷却する冷却部材と、

前記冷却部材を該熔融金属中で攪拌駆動する駆動機構と、

前記断熱性るつぽ内で前記熔融金属が冷却および攪拌されて半凝固金属が得られた後、該断熱性るつぽを開閉駆動して前記半凝固金属を落下排出するための開閉機構と、

を備えることを特徴とする半凝固金属の製造装置。

28. 請求項27記載の製造装置において、前記開閉機構は、前記それぞれの断

熱性るつぼの側面に設けられた係止手段に着脱自在に係合する複数のアーム部材と、

前記複数のアーム部材を互いに近接および離間する方向に進退させる進退手段と、

を備えることを特徴とする半凝固金属の製造装置。

29. 請求項27記載の製造装置において、前記開閉機構は、前記それぞれの断熱性るつぼの側面に設けられた係止手段に着脱自在に係合する複数のアーム部材と、

前記複数のアーム部材を互いに近接および離間する方向に揺動させる揺動手段と、

を備えることを特徴とする半凝固金属の製造装置。

30. 請求項27記載の製造装置において、前記断熱性るつぼを互いに密着した状態で収容するとともに、該断熱性るつぼ内を保温するためのヒータが設けられた分割型のるつぼ受台を備えることを特徴とする半凝固金属の製造装置。

FIG.1

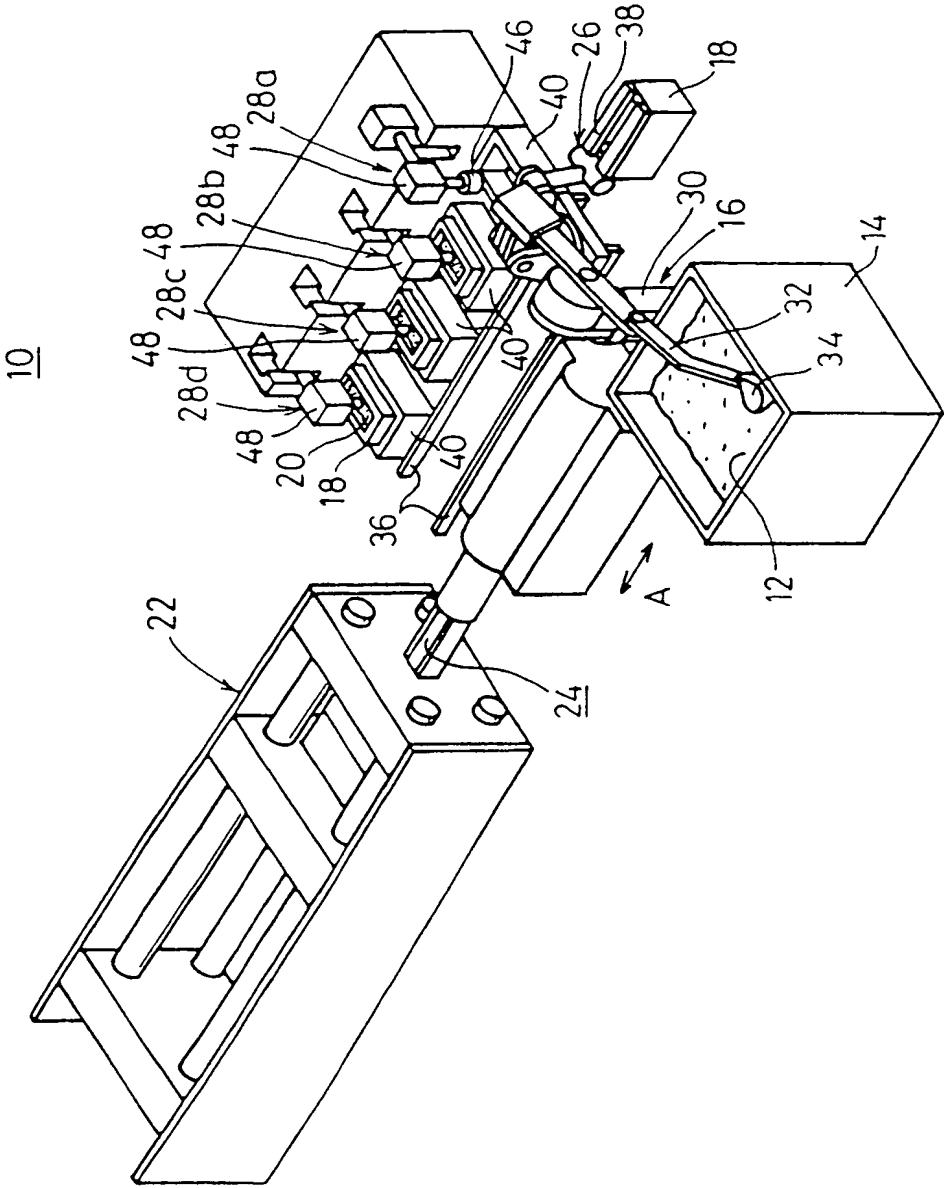


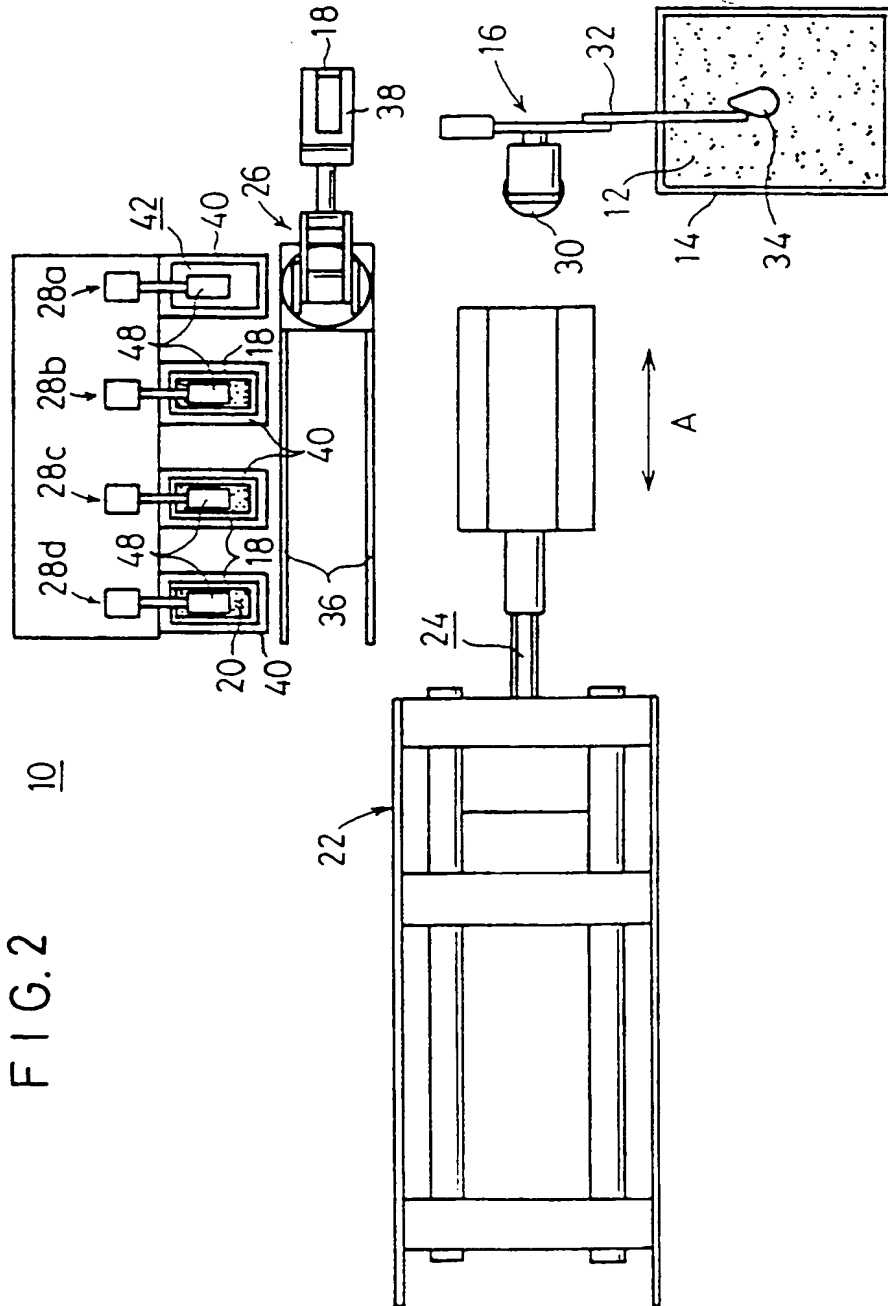
FIG. 2  
10

FIG. 3

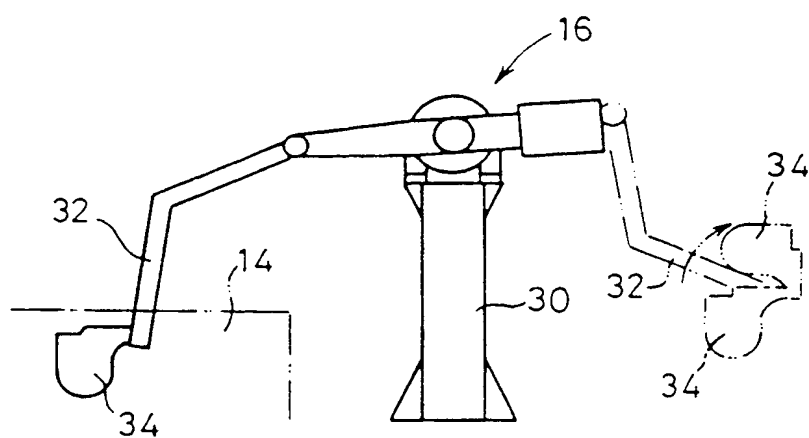
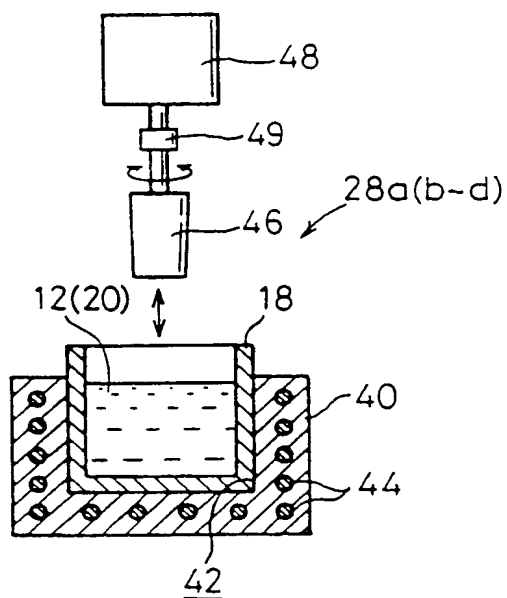


FIG. 4



5/29

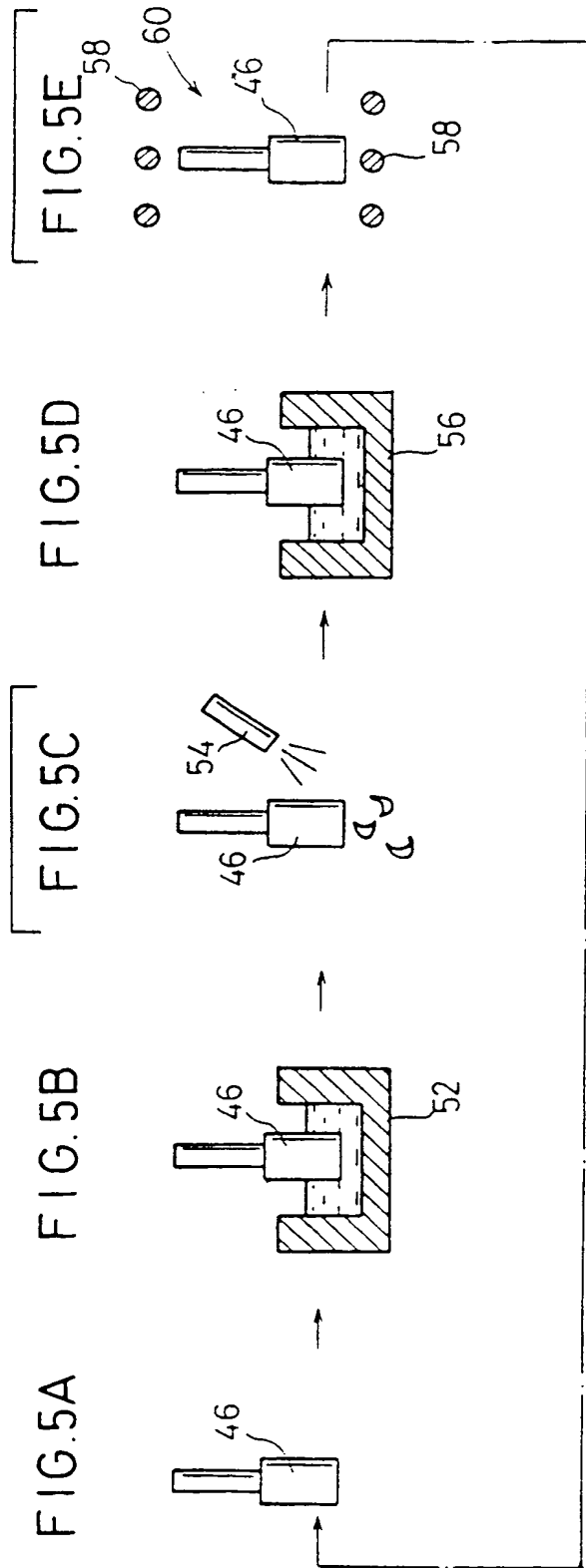
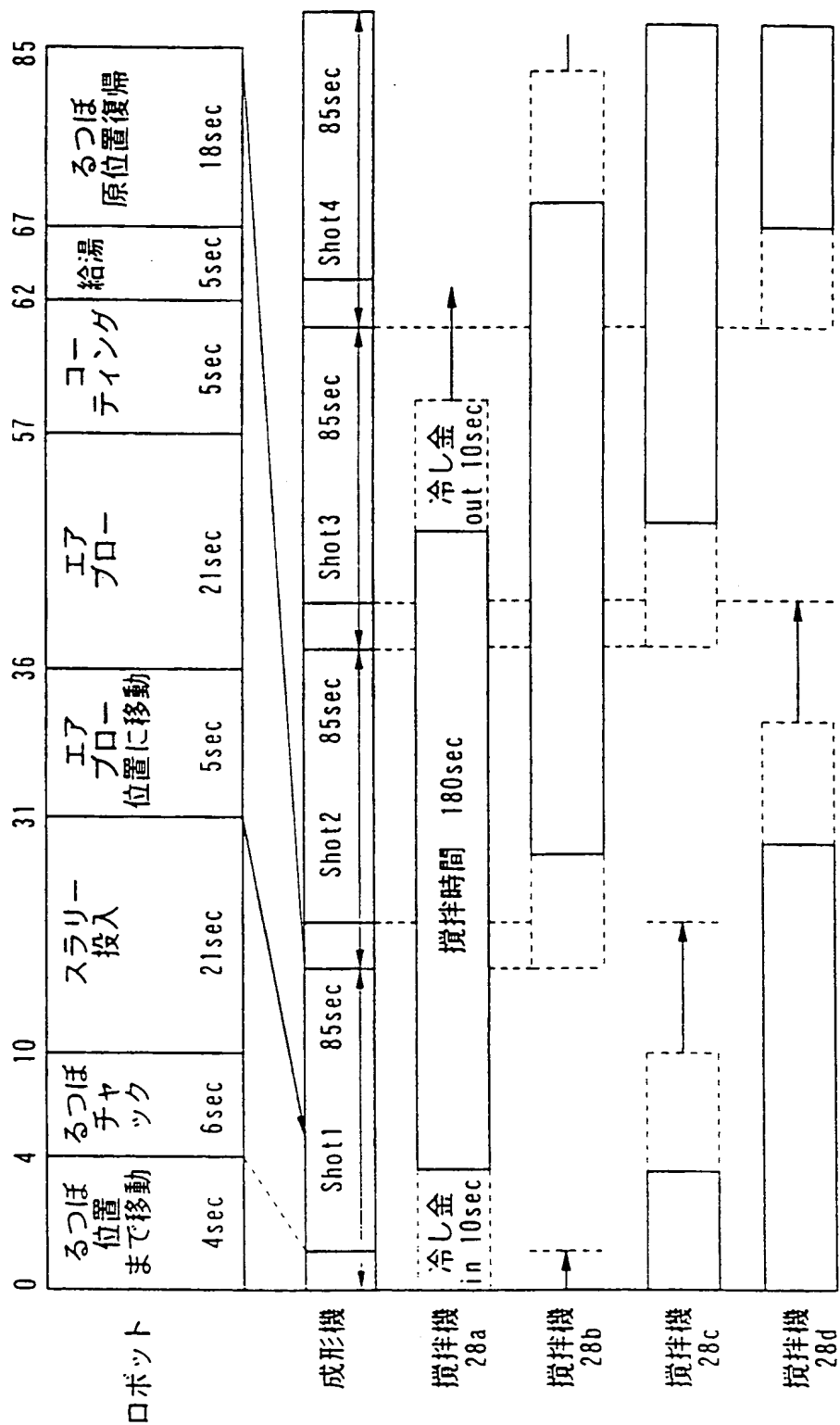




FIG. 6 量産システムタイムテーブル



7/29

FIG. 7

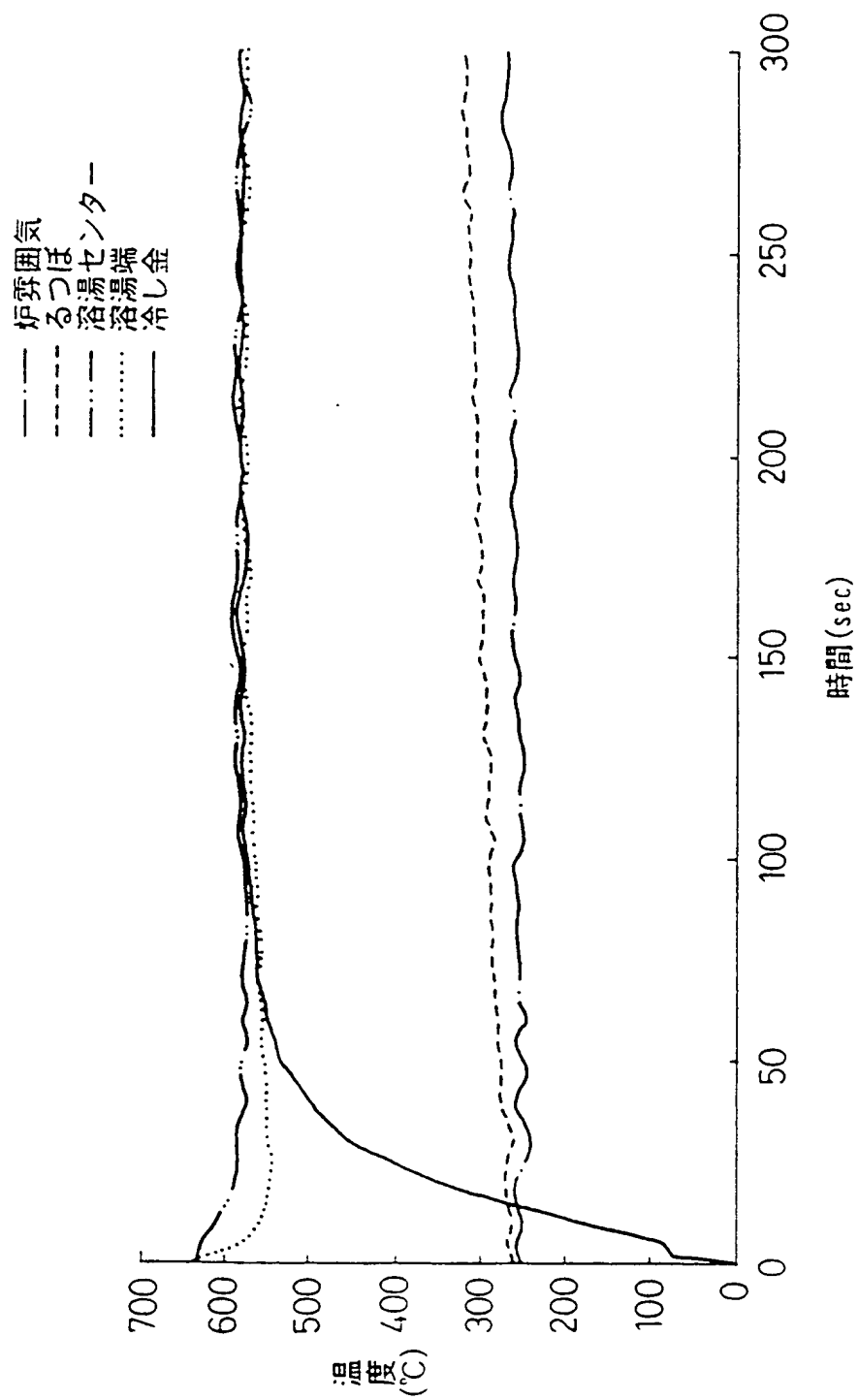


FIG. 8

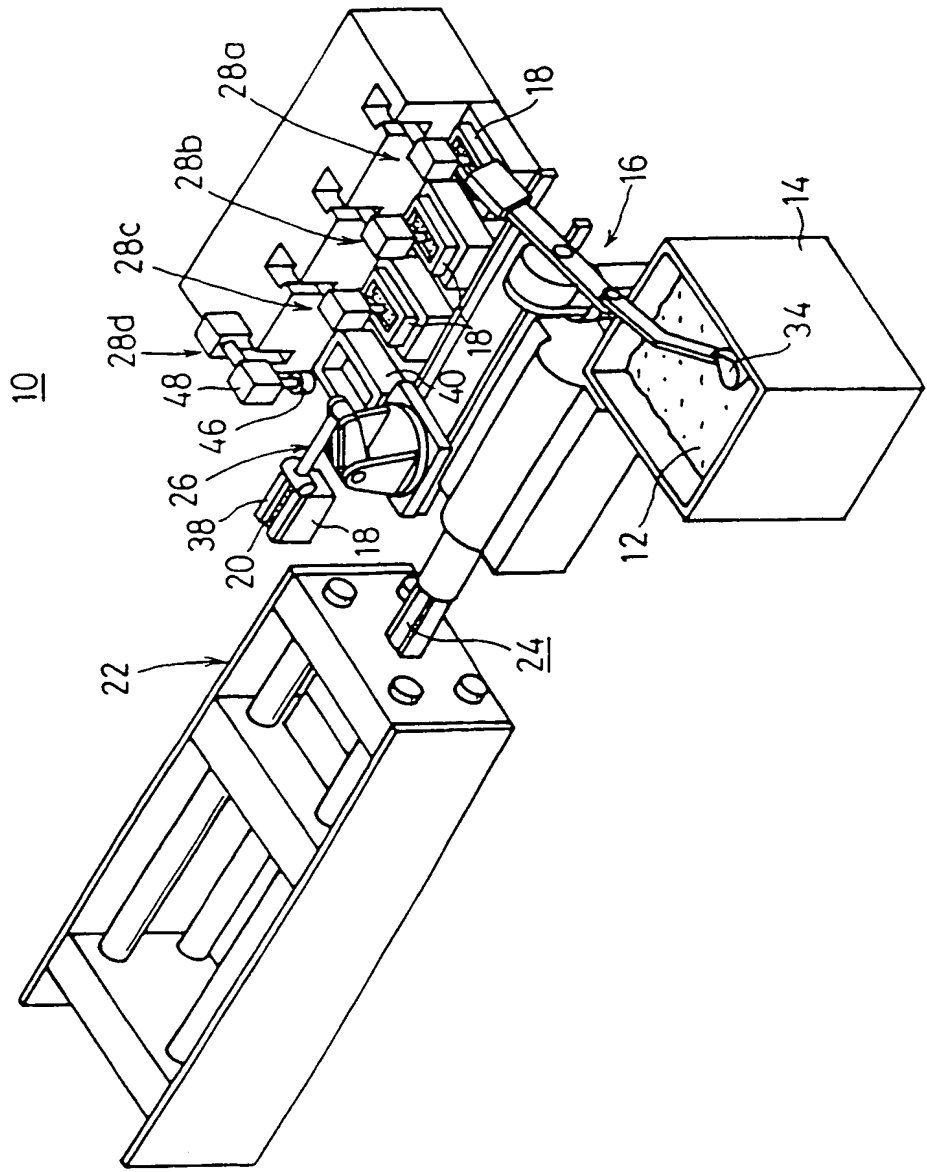
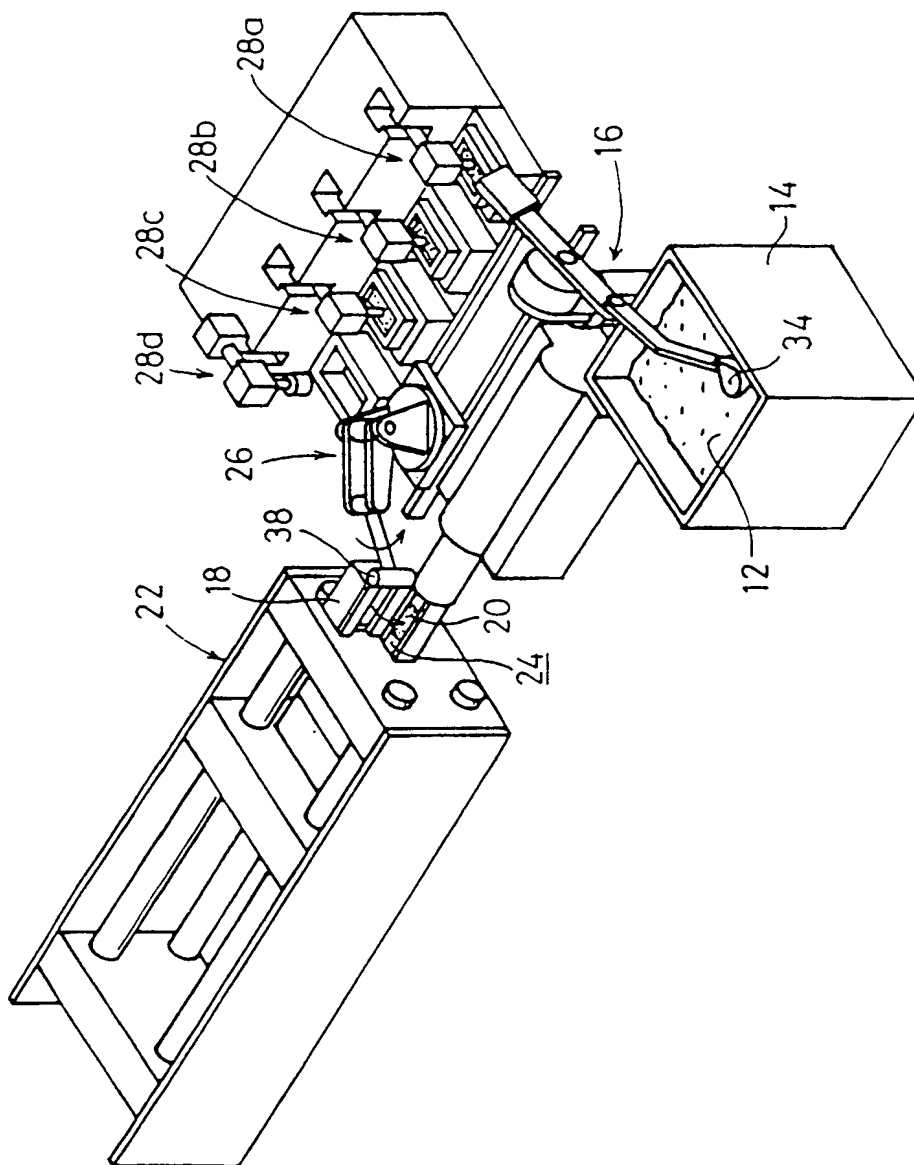
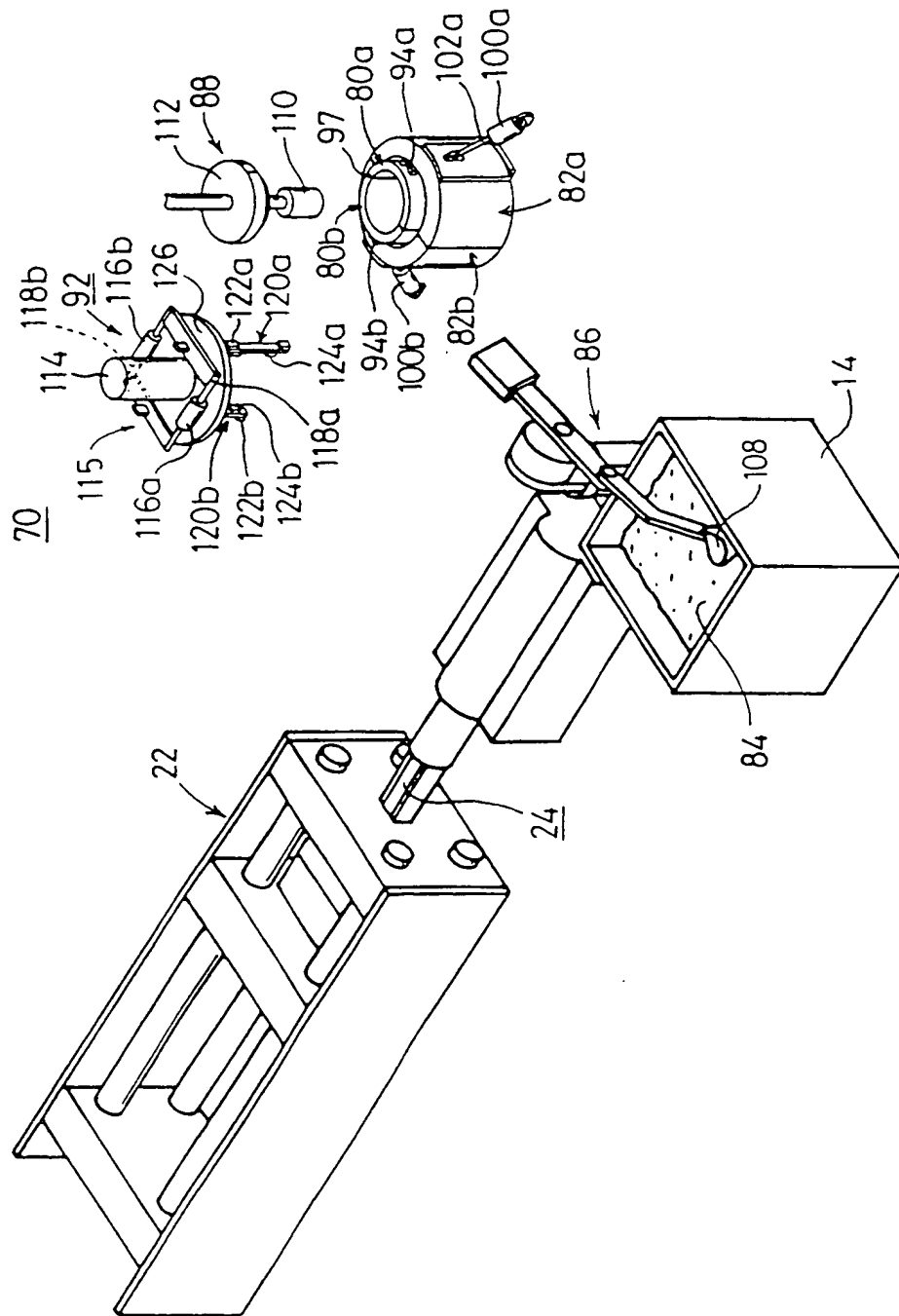


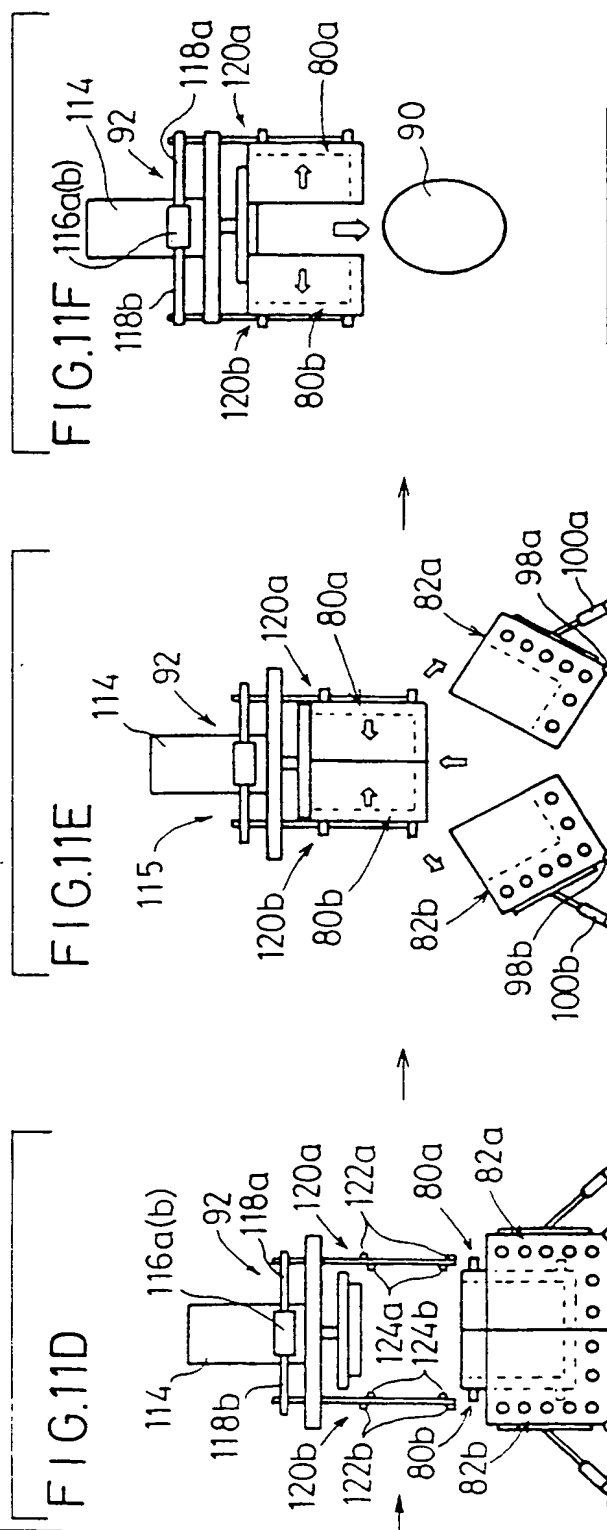
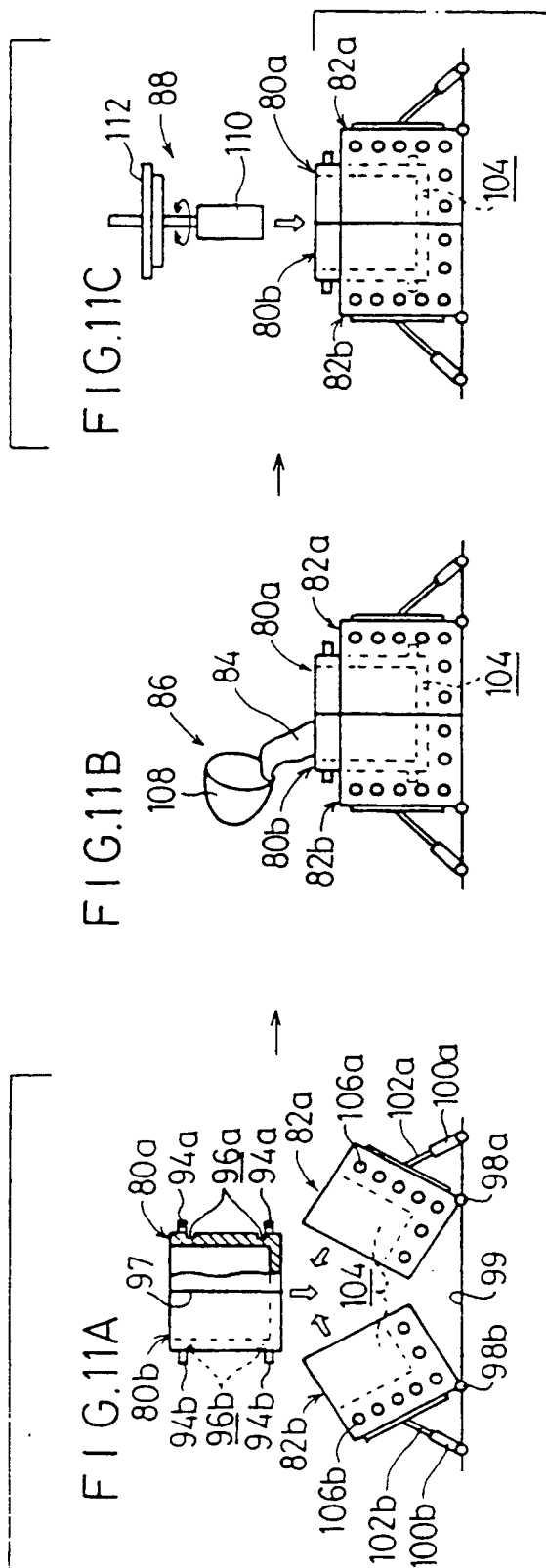
FIG. 9



10/29

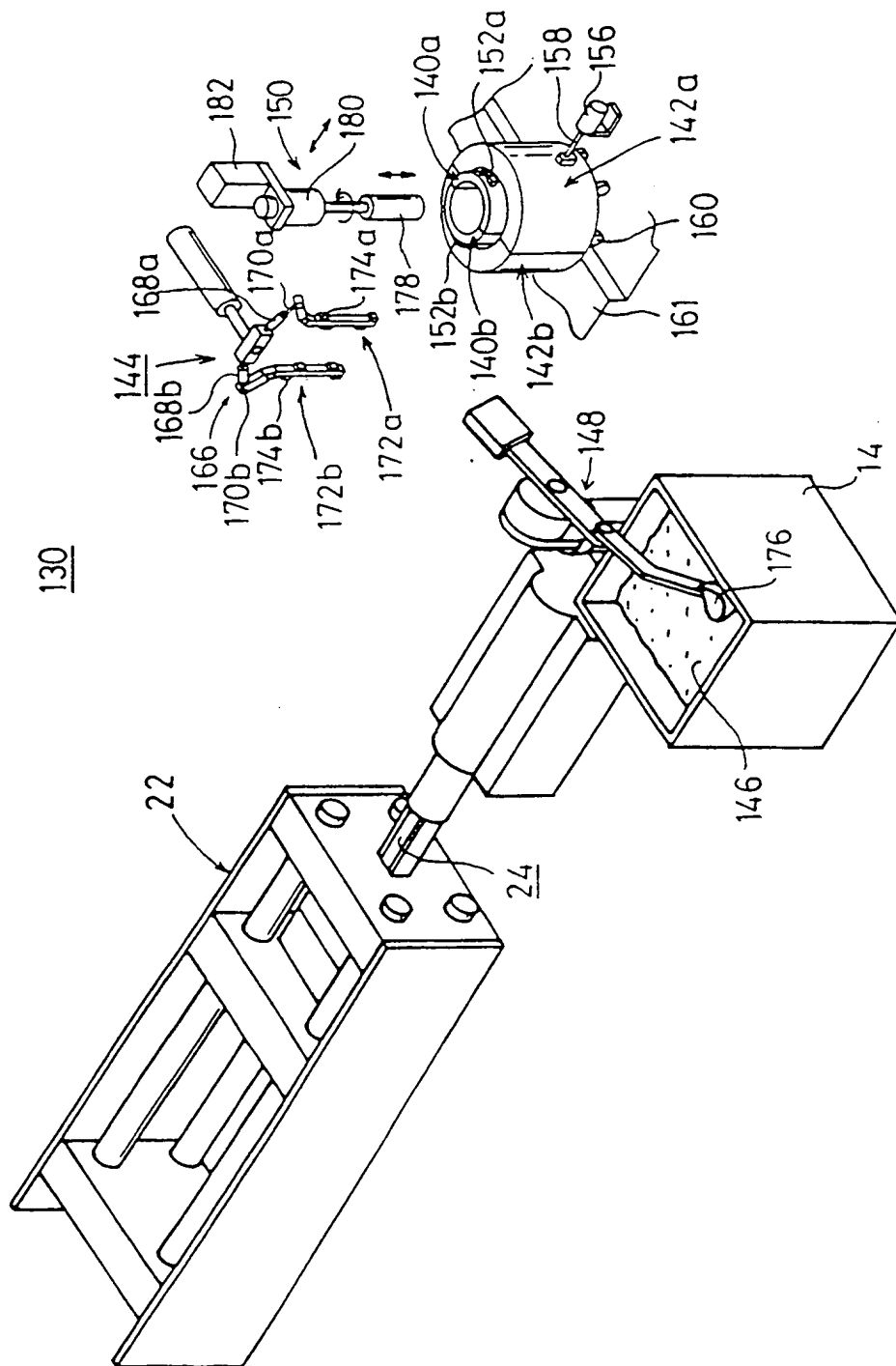
FIG.10

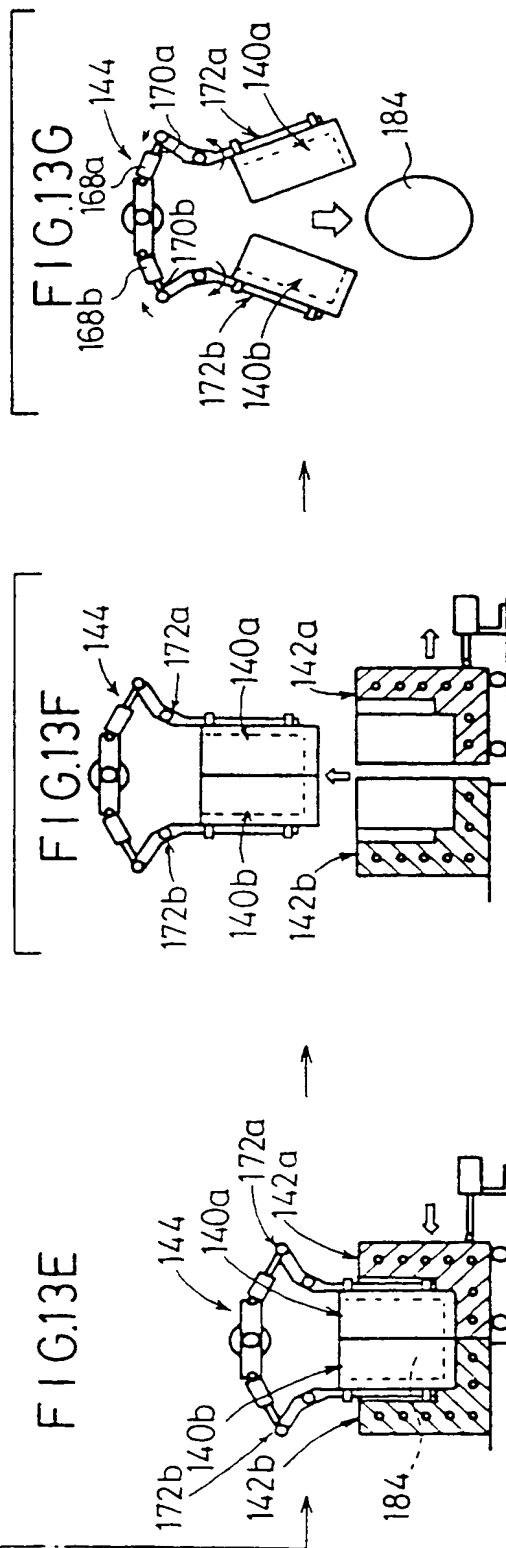
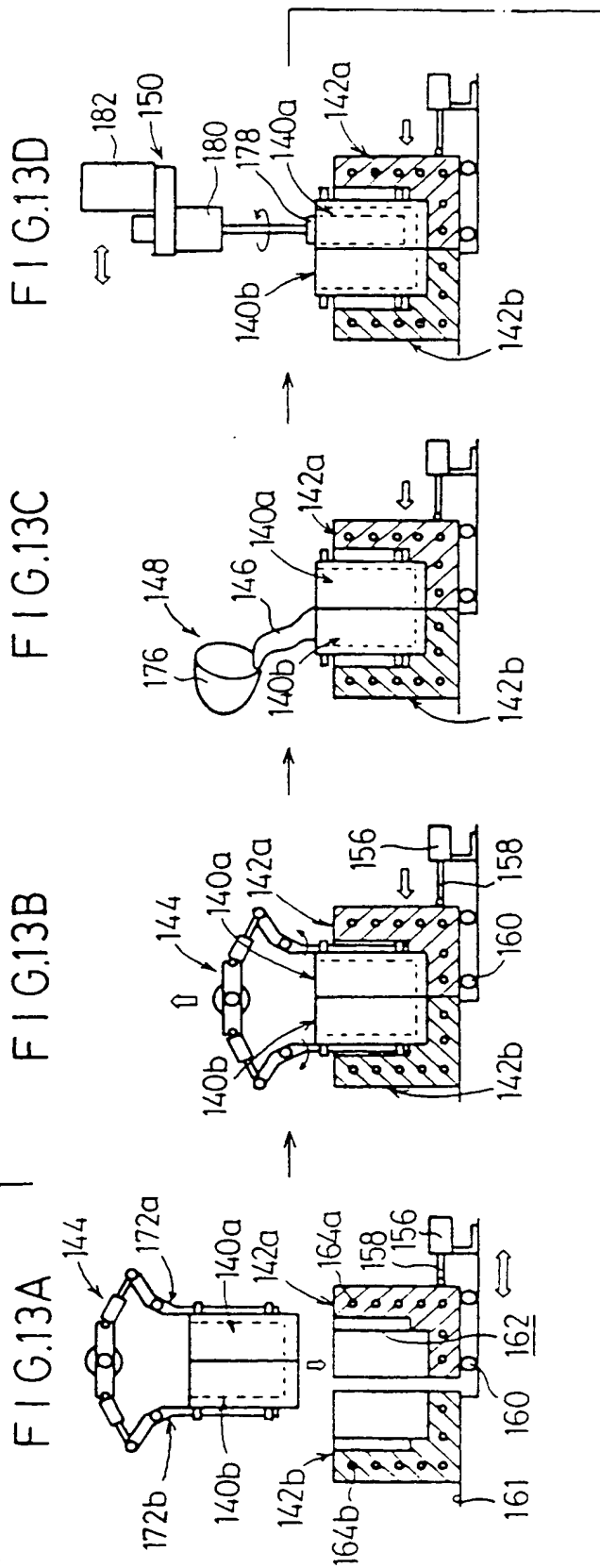




12/29

FIG.12







14/29

FIG.14

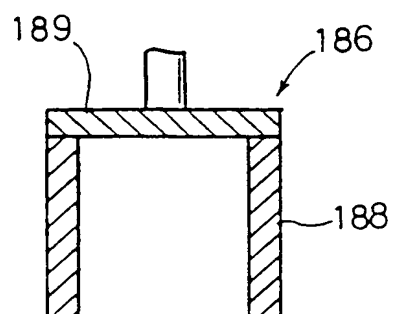


FIG.15

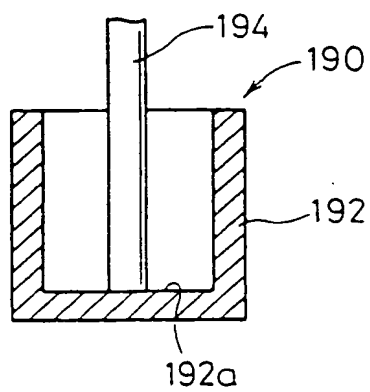


FIG. 16

